



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

MAESTRÍA EN CONSTRUCCIONES, TERCERA COHORTE

DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE  
MANTENIMIENTO EN EDIFICIOS MULTIFAMILIARES UBICADOS EN LA CIUDAD DE  
CUENCA

ARTÍCULO CIENTÍFICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE  
“MAGISTER EN CONSTRUCCIONES”

**AUTORA:** MAYRA ALEXANDRA VISCAÍNO CUZCO  
**DIRECTOR:** ING. LUIS FELIPE SEXTO CABRERA, M.Sc.

ECUADOR, CUENCA 2016



## RESUMEN

El deterioro es un proceso que afecta a toda edificación y una de sus causas es el mantenimiento deficiente. El mantenimiento involucra a actividades técnicas, administrativas y de gestión necesarias para conservar a una edificación o devolverle a un estado en el que pueda realizar la función requerida. Identificar cuál es el desempeño de un edificio en el área de la gestión de mantenimiento resulta preciso. Por lo cual el objetivo de este estudio es desarrollar un método para la evaluación de la gestión de mantenimiento en edificios multifamiliares ubicados en la ciudad de Cuenca. Para el efecto, es necesario responder las preguntas ¿cuáles son los requerimientos y criterios para la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares? y ¿cuáles son sus ponderaciones?, considerando el contexto local de la ciudad de Cuenca. La investigación se desarrolla en tres fases, empieza por la determinación de los criterios de evaluación; priorización de los requerimientos y criterios seleccionados, para lo cual se emplea el método Analytic Hierarchy Process a través de la consulta a expertos: arquitectos, administradores de edificios y profesionales con grado de maestría en gestión de mantenimiento, se finaliza desarrollando el método de evaluación. El estudio determina que los requerimientos más importantes de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares, en el área local son: el diseño del edificio, los riesgos laborales en el mantenimiento y la planificación, programación y control del mantenimiento. La metodología ha sido aplicada satisfactoriamente a un edificio multifamiliar en la ciudad de Cuenca.

### Palabras clave:

Edificios multifamiliares, gestión de mantenimiento; metodología de evaluación.

## ABSTRACT

Deterioration is a process that affects all types of buildings and one reason for deterioration is poor maintenance. Maintenance involves technical, administrative and management activities necessary to preserve a building or to get it back to a state where it can perform the required function. Identifying what is the performance of a building in the area of maintenance management is necessary. Therefore, the aim of this study is to develop a method for assessing the maintenance management of multifamily buildings in the Cuenca city. For this reason it is necessary to answer the questions: what are the requirements and criteria for evaluating the maintenance management of multifamily buildings? And, what their weights are?, considering the local context of multifamily buildings in Cuenca. The research is conducted in three phases; starts with the determination the evaluation criteria; prioritization requirements and evaluation criteria, for which the Analytic Hierarchy Process method is used by consulting experts: architects, building managers and professionals with master's degree in management and maintenance, it is completed developing the method for assessing. The study determine that the most important requirements for managing maintenance of multifamily buildings in the local area are: the design of the building, labor risks in maintenance and planning, programming and maintenance control. The methodology has been successfully applied to a multifamily building in the city of Cuenca.

### Keyworks:

Multifamily buildings, maintenance management, assessment methodology.



## ÍNDICE

RESUMEN	ii
ÍNDICE	iii
CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR	iv
CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL	v
I. INTRODUCCIÓN	2
II. MATERIALES Y MÉTODOS	3
III. RESULTADOS	6
III. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	10
VI. CONCLUSIONES	10
GLOSARIO DE TÉRMINOS	11
AGRADECIMIENTOS	12
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
ANEXOS	15



### CLÁUSULA DE DERECHOS DE AUTOR

*Mayra Alexandra Viscaino Cuzco*, autora del artículo científico “Desarrollo de un método para la evaluación de la gestión de mantenimiento en edificios multifamiliares ubicados en la ciudad de Cuenca”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal C, de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Magister en Construcciones. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 21 de julio de 2016.



Firma

Mayra Alexandra Viscaino Cuzco

C.I: 140054630-3



### CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

*Mayra Alexandra Viscaino Cuzco*, autora del artículo científico “Desarrollo de un método para la evaluación de la gestión de mantenimiento en edificios multifamiliares ubicados en la ciudad de Cuenca”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 21 de julio de 2016.



Firma

Mayra Alexandra Viscaino Cuzco

C.I.: 140054630-3



# Título del Artículo: Desarrollo de un método para la evaluación de la gestión de mantenimiento en edificios multifamiliares ubicados en la ciudad de Cuenca.

Mayra Alexandra Viscaíno Cuzco

*Afiliación:* Maestría en construcciones 3º Cohorte. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador. Dirección e-mail institucional [mayra.viscaino@ucuenca.ec](mailto:mayra.viscaino@ucuenca.ec)

Ing. M.Sc. Luis Felipe Sexto Cabrera

*Afiliación:* Radical Management. Lissone, Italia. [lsexto@radical-management.com](mailto:lsexto@radical-management.com)

---

## Resumen

El deterioro es un proceso que afecta a toda edificación y una de sus causas es el mantenimiento deficiente. El mantenimiento involucra a actividades técnicas, administrativas y de gestión necesarias para conservar a una edificación o devolverle a un estado en el que pueda realizar la función requerida. Identificar cuál es el desempeño de un edificio en el área de la gestión de mantenimiento resulta preciso. Por lo cual el objetivo de este estudio es desarrollar un método para la evaluación de la gestión de mantenimiento en edificios multifamiliares ubicados en la ciudad de Cuenca. Para el efecto, es necesario responder las preguntas ¿cuáles son los requerimientos y criterios para la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares? y ¿cuáles son sus ponderaciones?, considerando el contexto local de la ciudad de Cuenca. La investigación se desarrolla en tres fases, empezando por la determinación de los criterios de evaluación; priorización de los requerimientos y criterios seleccionados, para lo cual se emplea el método Analytic Hierarchy Process a través de la consulta a expertos: arquitectos, administradores de edificios y profesionales con grado de maestría en gestión de mantenimiento; y se finaliza desarrollando el método de evaluación. El estudio determina que los requerimientos más importantes de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares, en el área local son: el diseño del edificio, los riesgos laborales en el mantenimiento y la planificación, programación y control del mantenimiento. La metodología ha sido aplicada satisfactoriamente a un edificio multifamiliar en la ciudad de Cuenca.

## Palabras clave:

Edificios multifamiliares, gestión de mantenimiento, metodología de evaluación.

## Abstract

Deterioration is a process that affects all types of buildings and one reason for deterioration is poor maintenance. Maintenance involves technical, administrative and management activities necessary to preserve a building or to get it back to a state where it can perform the required function. Identifying what is the performance of a building in the area of maintenance management is necessary. Therefore, the aim of this study is to develop a method for assessing the maintenance management of multifamily buildings in the Cuenca city. For this reason it is necessary to answer the questions: what are the requirements and criteria for evaluating the maintenance management of multifamily buildings? And, what their weights are?, considering the local context of multifamily buildings in Cuenca. The research is conducted in three phases; starting with the determination the evaluation criteria; prioritization requirements and evaluation criteria, for which the Analytic Hierarchy Process method is used by consulting specialists: architects, building managers and professionals with master's degree in management and maintenance, it is completed developing the method for assessing. The study determine that the most important requirements for managing maintenance of multifamily buildings in the local area are: the design of the building, labor risks in maintenance and planning, programming and maintenance control. The methodology has been successfully applied to a multifamily building in the city of Cuenca.

## Keywords:

Multifamily buildings, maintenance management, assessment methodology.





## I. INTRODUCCIÓN

La finalidad de un edificio es proteger a sus ocupantes y desde esta perspectiva, la condición y la calidad de una edificación son dos principios importantes que influyen en la calidad de vida de los usuarios (Rashid y Ahmad 2011); sin embargo, el deterioro es un problema que enfrenta cualquier bien construido; como consecuencia del proceso natural de envejecimiento (Balaras et al. 2005), que afecta a los componentes y equipos de un edificio; reduciendo su fiabilidad y vida útil (Hassanain, Al-Hammad y Fatayer 2013; Kumar y Gardoni 2013). Las consecuencias que se derivan de este problema lo enfrentan los usuarios de los edificios, quienes ven afectada su seguridad y confort (Izaguirre 2007).

El deterioro es un proceso inevitable (Li 1997), impredecible e invisible (Kumar y Gardoni 2013), que afecta a los diferentes sistemas operativos de una edificación (Shohet, Lavy-Leibovich y Bar-On 2003), este proceso empieza inmediatamente luego que la edificación se construye, por lo que la necesidad de planificación del mantenimiento debe estar prevista desde la etapa de diseño (Pan, Gibb y Sellars 2008), y continuar durante toda su vida útil (Hassanain, Al-Hammad y Fatayer 2013). Uno de los factores que contribuyen al aceleramiento de este proceso, es el mantenimiento deficiente (Balaras et al. 2005; Hermans 1995; Rodrigues et al. 2012; Shohet, Puterman y Gilboa 2002; Wall 2006), que caracteriza a los países en vías desarrollo (Amarilla 1989).

El mantenimiento surge como una consecuencia de la construcción para contrarrestar al deterioro (Zhu, Chen y Sun 2013). La norma UNE-EN 15331 (2012), define el mantenimiento de edificios como la *“combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión, realizadas durante el ciclo de vida de un edificio, destinado a conservarlo o a devolverlo a un estado en el que pueda realizar la función requerida*. Por lo tanto, para asegurar que los edificios funcionen a un alto nivel de calidad, fiabilidad, y para que estos tengan un desempeño adecuado durante todo su ciclo de vida, el mantenimiento y rehabilitación oportuna son imprescindibles (Li 1997; Idrus, Khamidi y Lateef 2009). Sin mantenimiento oportuno, las edificaciones se deterioran rápidamente (Pan, Gibb y Sellars 2008).

En el contexto actual, los países están enfocando sus esfuerzos en buscar mecanismos que reduzcan los impactos ambientales causados por diversos factores. Othman (2007), en su estudio indica que el sector de la construcción es responsable del 50% de los recursos materiales tomados de la naturaleza, el 40% del consumo de energía y el 50% del total de residuos generados. Considerando el hecho de que la industria de la construcción es una gran consumidora de recursos naturales y emisor de residuos contaminantes (Reza, Sadiq y Hewage 2014); lograr que las edificaciones alcancen su vida útil, constituye un gran aporte para la reducción de residuos, producto de demoliciones prematuras. Este propósito puede lograrse a través del mantenimiento de las edificaciones; el mismo que con una aplicación sistemática, reduzca el deterioro provocado por este factor y permita alcanzar la vida útil para la

cual fue prevista (Wall 2006). En el estudio realizado por Rashid y Ahmad (2011) se indica que, el mantenimiento está siendo ampliamente aceptado y reconocido como el mejor enfoque para garantizar la prolongación de la vida útil de los edificios. De la misma manera, otra investigación afirma que, en la actualidad hay una conciencia creciente en todo el mundo sobre la importancia del mantenimiento de instalaciones construidas (Shohet, Puterman y Gilboa 2002).

Cuando se habla de los costos que implica una edificación, la tendencia es pensar únicamente en las primeras etapas de su ciclo de vida (diseño y construcción), omitiendo los costos de operación y mantenimiento, que corresponde a la etapa más larga del ciclo de vida de un edificio. Para un caso particular, en la investigación llevada a cabo por Lateef (2010), se afirma que durante un período de 25 años, un edificio utilizó alrededor de tres veces su costo de capital para los costos de funcionamiento; aproximadamente el 75% del costo de una edificación en su etapa de uso, corresponden a obras de mantenimiento y éstas actividades deben realizarse durante más del 90 % del tiempo de vida de la edificación. Esta información revela que la etapa de operación y mantenimiento, es igual de importante que la etapa de diseño y construcción; y que por lo tanto, se requiere el estudio de cómo gestionar los recursos que intervienen en la etapa de operación y mantenimiento para que ésta se desarrolle con normalidad.

En el ámbito internacional, el mantenimiento es un aspecto importante para Estados Unidos, país que asigna el 50% del presupuesto de construcción, para reparación y mantenimiento de edificios (Ali 2009) y España, que promueve el mantenimiento de edificaciones a través del Real Decreto 314/2006 y el Código Técnico de la Edificación. Pero, considerar el mantenimiento y su gestión como algo irrelevante, ha tenido un alto costo para la economía de Inglaterra (Pan, Gibb y Sellars 2008) y Malasia (Rashid y Ahmad 2011), que han tenido que hacer inversiones millonarias para reducir los efectos del deterioro de las edificaciones.

En el caso del Ecuador, aunque es un derecho constitucional que las personas tengan una vivienda adecuada y digna; y que su hábitat sea seguro y saludable (Asamblea Constituyente 2009), no existe normativa que establezca las directrices para materializar esta declaración. En el ámbito nacional y de manera general, en los últimos años el gobierno ecuatoriano a través del MIDUVI (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda) ha hecho una inversión millonaria en la construcción de viviendas de interés social. La investigación denominada *“Modelo para el uso y mantenimiento de viviendas unifamiliares de interés social en el Distrito Metropolitano de Quito y zonas rurales aledañas”* llevada a cabo por Dávila y Villavicencio (2014), analizó 220 viviendas de 2006 construidas entre 2007 y 2011; en las que se encontró que el 100% de ellas presentan algún tipo de deterioro. El estudio concluye afirmando que las *“acciones de mantenimiento aseguran el correcto funcionamiento de la vivienda en el tiempo previsto de vida útil, y no pueden ser omitidas”*. Por lo que el MIDUVI ha emprendido campañas de capacitación para el mantenimiento de las viviendas, dirigidas a los usuarios. Este no es el caso en



el sector privado, en el que no existe ningún mecanismo de control, ni capacitación relacionada con el mantenimiento, que esté dirigido a los administradores y usuarios de los edificios multifamiliares a nivel local ni nacional.

Un edificio multifamiliar, para los habitantes de la ciudad de Cuenca, es una tipología de vivienda que está siendo bien aceptada. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador (INEC), el Azuay consta como la segunda provincia que más permisos de construcción ha concedido en el año 2014, a través de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales. El 93,5% de los permisos se han concedido para proyectos de uso residencial. El 10,4% de los permisos corresponden a edificios multifamiliares, que significan 37,2% de viviendas construidas (INEC 2014). En relación al año 2013, existe un incremento de 4,4% en la construcción de esta tipología de vivienda. Esto conduce a la necesidad de conservar a las edificaciones aptas para su uso; y la evaluación del desempeño de la gestión de mantenimiento en edificios multifamiliares es un indicador de cómo se está administrando los recursos para alcanzar tal objetivo.

Identificar los criterios que se deben considerar en la administración del mantenimiento de edificios multifamiliares y priorizarlos, ha sido el objetivo de varias investigaciones a nivel internacional (Buys y Nkado 2006; Dann, Hills y Worthing 2006; Acosta y Troncoso 2011; Sodangi et al. 2014); sin embargo no se ha definido un mecanismo que permita valorar el cumplimiento de éstos. Un criterio es un medio de expresar los requisitos de desempeño (ISO 19338, 2014), en este caso de la gestión de mantenimiento de las edificaciones multifamiliares. En este sentido, el desarrollo de un instrumento de valoración como lo es un método de evaluación, tiene dos propósitos: proporcionar indicadores cuantitativos de desempeño y ser una herramienta de calificación, que permita determinar el rendimiento de un edificio, respecto a lo que se está evaluando (Quesada 2014). En esta línea Quesada (2015), propone una metodología clara para el desarrollo de métodos de evaluación, que se sintetiza en tres fases: determinación y selección de criterios de evaluación, priorización de criterios, y planteamiento del modelo de evaluación.

Internacionalmente existen métodos de la evaluación sustentable de la edificación (Building Sustainable Assessment - BSA), de entre los cuales los métodos VERDE (Valoración de Eficiencia de Referencia De Edificios) y CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency), consideran al mantenimiento y su gestión como una categoría de evaluación para edificios multifamiliares (GBCe 2012; JSBC 2010). De la revisión de la literatura se ha identificado que los criterios de evaluación aborda ámbitos que hacen referencia a las características físicas de la edificación (la contribución del diseño del edificio para la facilidad en el mantenimiento y costo del ciclo de vida), y a aspectos claves de la gestión, como: políticas, informes, software de mantenimiento (CMMS), recursos humanos (formación profesional, cantidad, capacitación y entrenamiento, asimilación de nuevas metodologías), presupuesto, plan económico, indicadores económicos, priorización de actividades de

mantenimiento, registros de mantenimiento, herramientas y materiales, plan de mantenimiento, manual de mantenimiento, procedimientos de mantenimiento, inspecciones, plan de mantenimiento preventivo, documentación técnica, contratos de mantenimiento (política, especificaciones técnicas, penalizaciones) (Buys y Nkado 2006; Dann, Hills y Worthing 2006; Acosta y Troncoso 2011; Sodangi et al. 2014; UNE-EN 15331 2012; EN16646 2015).

Bajo estos argumentos, el propósito de este estudio es desarrollar un método para evaluar la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares ubicados en la ciudad de Cuenca, para lo cual es necesario determinar cuáles son los requerimientos y criterios para la evaluación de la gestión de mantenimiento de este tipo de edificios y cuáles son sus ponderaciones.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo es parte del proyecto de investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas”, que lleva a cabo la Universidad de Cuenca. Se ha empleado el tipo de investigación cualitativo para desarrollar el método para la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares ubicados en la ciudad de Cuenca; para lo cual se ha empleado la metodología que propone Quesada (2015), en su trabajo de investigación. La metodología consta de tres fases: en la primera, se realiza la selección de requerimientos y criterios de evaluación; en la segunda fase, se efectúa la ponderación de las categorías y criterios de mantenimiento; y en la tercera fase, se define el método para la evaluación y la aplicación a un caso de estudio para la validación del método que se propone.

En la primera fase, se ha revisado el estado del arte y compilado requerimientos generales del mantenimiento de edificios; para la selección de requerimientos y criterios que se ajusten a la tipología de edificación que se está estudiando y al contexto local, se han planteado cuatro juicios (Quesada 2015) para aceptar o descartar un criterio, según:

1. Si el criterio es aplicable al tipo de edificación que se estudia.
2. Si el criterio permite mejorar los problemas de la gestión de mantenimiento en los edificios.
3. Si el método para evaluar el criterio es factible de aplicar en el contexto local de los edificios multifamiliares.
4. Si los niveles de exigencia del criterio son compatibles con la realidad local.

Para la verificación de la aplicabilidad, se han realizado inspecciones in situ de dos edificios multifamiliares de la localidad, entrevistas con los administradores de estos edificios y consulta a expertos en el área de gestión de mantenimiento.

Para la segunda fase, se ha seleccionado un método de análisis multicriterio que es empleado por varias investigaciones con propósitos similares (Gómez y Cabrera 2008; Martínez et al. 2010; Wong y Li 2008; Quesada 2015). El método se denomina Analytic Hierarchy Process (AHP), y fue desarrollado por Saaty (1980). Este método ha permitido, a través de la consulta a expertos la determinación de las





ponderaciones de las categorías y criterios de evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares. Para el desarrollo de la segunda fase se han definido tres etapas según lo establece el método AHP (Moreno 2002), que se resume en: la modelación del problema de decisión, la valoración y la priorización de los criterios. En la modelación, se requiere construir una estructura jerárquica, que exprese todos los aspectos relevantes para la resolución de la problemática en estudio (ver la figura 1).

Figura 1. Esquema de la estructura jerárquica.



La etapa de valoración incorpora la evaluación de expertos al asignar un grado de importancia de un criterio cuando este se compara con otro, esta valoración permite la construcción de matrices de comparación pareada, que serán útiles para la determinación de las ponderaciones. Para poder llevar a cabo la segunda etapa, es necesario definir tres aspectos: la escala de valoración a emplear, el instrumento a aplicar y la selección de expertos en el tema de estudio. La escala de valoración que se ha empleado para la priorización de requerimientos y criterios, es la denominada escala fundamental de comparación por pares, propuesta por el método AHP (ver la tabla 1).

Tabla 1. Escala fundamental del método AHP (Saaty, 1980).

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar.	
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones serían las siguientes: Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

De manera general, la escala emplea ocho números (del 2 al 9) que expresan la mayor importancia de un criterio respecto al que se compara; reservándose el valor de 1 para indicar que dos criterios que se comparan tienen igual importancia.

Para la valoración por parte de los expertos, se desarrollaron dos instrumentos; la encuesta No. 1, y como prueba piloto, fue una encuesta electrónica, con preguntas de elección forzada (Quesada 2015). El medio electrónico ha sido utilizado, por las amplias ventajas que brinda, y fue el instrumento para la aplicación de las encuestas a un grupo de expertos en el tema, quienes se encontraban en diferentes lugares del país. Sin embargo, debido al extenso número de preguntas de la encuesta, se decidió formularla de otra manera. El segundo instrumento utilizado, es una tabla que propone Aznar y Guijarro (2012), en la que se realiza las comparaciones pareadas de los requerimientos y criterios de gestión de mantenimiento respectivamente; este método fue aplicado físicamente y de manera asistida a todos los expertos. El segundo instrumento en comparación con el primero, resultó ser más, sencillo y rápido, en su elaboración y aplicación.

Otro aspecto que se consideró para la valoración, fue la selección de tres grupos de interés; para lo cual se optó por realizar un muestreo intencional, para seleccionar encuestados con experiencia y conocimiento de las funciones de la gestión de mantenimiento y de edificios, como requerimiento del método AHP. El tamaño de la muestra de encuestados es de 30 expertos, este número ha sido considerado como aceptable en otras investigaciones (Sodangi et al. 2014; Quesada 2015). La muestra se compone de 10 especialistas que tienen grado de maestría en gestión de mantenimiento, 10 arquitectos y 10 administradores de edificios multifamiliares de la ciudad de Cuenca.

La etapa de priorización se ha dividido en los siguientes pasos:

1. Construcción de las matrices de comparación pareada;
2. Verificación del cumplimiento de la consistencia; y
3. Cálculo de los vectores propios.

Las matrices de comparación pareada se conforman de los resultados de la aplicación del instrumento de consulta a los expertos en la etapa de valoración; y para su construcción se han tomado en cuenta las propiedades de una matriz de comparación pareada (Aznar y Guijarro 2012), éstas son: reciprocidad, homogeneidad y consistencia. La consistencia es medida a través del Ratio de consistencia (Consistency Ratio, CR), un índice no estadístico que es obtenido a través de relacionar el índice de consistencia (CI) con el índice de consistencia aleatoria (ver tabla 2) y su cumplimiento está en función del tamaño de la matriz, para lo cual el método AHP, ha establecido tamaños máximos de CR, que se expresa en porcentaje y depende del tamaño de la matriz (ver tabla 3).

Tabla 2. Valores de la consistencia aleatoria en función del tamaño de la matriz (Saaty, 1980).

Tamaño de la matriz (n)	1	2	3	4	5
Consistencia aleatoria	0	0	0,52	0,89	1,11
Tamaño de la matriz (n)	6	7	8	9	10
Consistencia aleatoria	1,3	1	1,4	1,45	1,49



Tabla 3. Porcentajes máximos del ratio de consistencia (Saaty, 1980).

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

Para el cálculo de los vectores propios de cada decisor, se ha empleado el método de la potencia (Aznar y Guijarro 2012), que consiste en primera instancia en multiplicar la matriz de comparación pareada por sí misma, obteniendo una matriz resultante del primer producto, de la cual se obtiene un vector promedio (el vector promedio se constituye del promedio de las filas), el mismo que es normalizado mediante la suma para obtener los valores del vector propio; el procedimiento se repite hasta que los cuatro primeros decimales de dos vectores propios consecutivos sean iguales. Se obtendrá un vector propio por cada decisor. En el caso de la presente investigación, se han involucrado a tres grupos de interés (30 encuestados), por lo que ha sido necesario realizar la agregación de la opinión de los expertos a través de la agregación de las prioridades individuales, empleando la media geométrica, primero de cada individuo según el grupo de interés; y luego para obtener las ponderaciones finales la agregación por la media geométrica de cada grupo de expertos.

En la tercera fase de la investigación, se plantea el método para la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares, la cual se sustenta en la metodología (estructura del método, niveles de referencia y sistemas de calificación) propuesta por Quesada (2015). El propósito del método es constituirse en una herramienta para evaluar la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares de la ciudad de Cuenca. El método tiene una estructura jerárquica de dos niveles, que considera: requerimientos y criterios de evaluación (ver la tabla 4).

Tabla 4. Niveles jerárquicos del método de evaluación.

Nivel	Denominación	Descripción
1	Requerimientos	Propiedades físicas que debe cumplir el edificio y funciones de la gestión de mantenimiento que el método establece para la evaluación.
2	Criterios de evaluación	Características que se han definido para la evaluación del desempeño de cada requerimiento.

La metodología, plantea la evaluación de 7 requerimientos y 22 criterios de evaluación. Los requerimientos son: organización general del mantenimiento; recursos humanos; control económico del mantenimiento; planificación, programación y control del mantenimiento; tercerización; riesgos laborales y diseño del edificio enfocado en el mantenimiento. Cada criterio contiene la siguiente estructura: el objetivo que persigue el criterio de evaluación, el método que

va a ser aplicado para evaluarlo, el tipo de evaluación, los niveles de referencia, y la puntuación.

Según su naturaleza, un criterio puede ser valorado mediante tres tipos de evaluación, por: procedimientos, desempeño, características (Wallhagen et al. 2013). Se emplean procedimientos para valorar las acciones que están destinadas a mejorar el desempeño, en base a procedimientos establecidos para alcanzar un objetivo y generalmente son cualitativos; mientras que una característica, puede ser empleada para evaluar medios o el cumplimiento de medidas específicas. Las características pueden ser cuantitativas o cualitativas. Un criterio se valora por desempeño, cuando se busca evaluar el resultado cuantitativo de soluciones técnicas o diseños, este tipo generalmente incluye cálculos o medidas.

Los niveles de referencia que establece el método son tres: prácticas estándar (PE), prácticas mejores (PM), prácticas superiores (PS). Debido a que no existe una normativa local, ni nacional, que permita definir las prácticas estándar de mantenimiento de edificios multifamiliares, para esta investigación, una PE es considera aquella que ha sido establecida a través de la consulta a expertos en el tema de gestión de mantenimiento, y cuyo cumplimiento implica un mínimo desempeño. Una PM, indica un desempeño intermedio, superando a lo establecido en las prácticas estándar. Una PS, supera el desempeño que alcanzan las prácticas comunes (Quesada 2015).

El sistema de calificación que se emplea se basa en lo que propone Quesada (2015) y consiste en la asignación de un puntaje específico al cumplimiento de determinado criterio de evaluación (ver la tabla 5), la puntuación obtenida será multiplicada por el factor de ponderación de cada criterio de evaluación. Este valor se multiplicará por el peso del requerimiento, y para determinar el desempeño se realizará la sumatoria de las calificaciones de los requerimientos.

Tabla 5. Puntuación del cumplimiento de niveles de referencia.

Puntuación	Cumplimiento de:
1 punto	Prácticas Estándar (PE)
3 puntos	Prácticas Mejores (PM)
5 puntos	Prácticas Superiores (PS)

La calificación puede recaer en cualquiera de los tres niveles de desempeño que el método establece, el umbral de cada rango ha sido obtenido considerando el cumplimiento de todas las exigencias de los criterios de evaluación y la asignación de la puntuación que corresponde al cumplimiento de cada nivel de referencia; esta puntuación se multiplica por el factor de cada criterio, se obtiene el valor de la sumatoria y este valor se multiplica por el peso del requerimiento.

El umbral de los rangos de desempeño, permite determinar el nivel de cumplimiento de las exigencias en la gestión de mantenimiento de una edificación, después de que ha sido evaluado. Una vez definidas las características fundamentales del método, se ha procedido a la evaluación in situ del edificio



tomado como caso de estudio, a través de la verificación física del cumplimiento de las exigencias de cada criterio.

### III. RESULTADOS

En el desarrollo de la primera fase, y como resultado de la revisión del estado del arte se determinaron 7 requerimientos y 22 criterios que permiten la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares (ver tabla 6).

Tabla 6. Requerimientos y criterios de evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios.

Requerimientos	Criterios	Descripción del criterio de evaluación
<b>Organización general del mantenimiento</b>	Políticas de mantenimiento	La participación de la gerencia debe verse reflejada en el establecimiento de políticas que integren el mantenimiento con los objetivos generales del edificio y que fomenten una cultura del mantenimiento del edificio. Se debe disponer de políticas de gestión de mantenimiento, que contenga una exposición clara de los objetivos y las técnicas necesarias a ser adoptadas para mantener los edificios aptos para el uso.
	Informes de mantenimiento	Disponer de buenos reportes de mantenimiento que permitan su control y evaluación.
	Herramienta informática para la gestión de mantenimiento	Para la gestión de la información puede emplearse como herramienta un software para la gestión de mantenimiento (CMMS) para la planificación, organización, control y almacenamiento adecuado de información, que asegure eficiente y eficazmente la gestión de mantenimiento del edificio.
	Norma de estado mínimo de mantenimiento del edificio	Establecimiento de una norma, en la que se indique el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio.
<b>Recursos humanos</b>	Formación profesional	El mantenimiento de edificios tendrá un responsable como un administrador o gerente de mantenimiento, quien debe tener una formación profesional a fin al mantenimiento de edificios. Además, es necesario que el personal ejecutor de mantenimiento de edificios sea personal calificado.
	Capacitación y entrenamiento	Capacitación continua de los administradores de mantenimiento para mantenerse al día con la última tecnología. Los usuarios deben estar conscientes de la importancia del mantenimiento y deben recibir entrenamiento en el mantenimiento de edificios, para que puedan participar activamente en él.
	Cantidad de personal de mantenimiento	Disponer de un número adecuado de personal de mantenimiento, de acuerdo a las necesidades de la edificación.
	Asimilación de nuevas metodologías	Asimilación de nuevas metodologías por parte de los administradores de mantenimiento de edificios, quienes deben cambiar su forma de pensar sobre la importancia de la conservación de los edificios.
<b>Control económico</b>	Presupuesto de mantenimiento	Aplicar buenas técnicas para la elaboración de presupuestos, para tener un buen control financiero a través de programas de mantenimiento.
	Indicadores económicos	Establecer y disponer de indicadores económicos de mantenimiento para su evaluación y control.
<b>Planificación, programación y control</b>	Plan de mantenimiento	Tener un plan de mantenimiento que permita tener un control financiero a través de la adopción de un mantenimiento programado y la asignación de presupuestos de mantenimiento. Parte del plan de mantenimiento serán las inspecciones cuya frecuencia estará en función de la vulnerabilidad del elemento. En las inspecciones se evaluará la condición, priorización de actividades y el momento óptimo para la intervención. Dentro del plan de mantenimiento constarán las actividades preventivas. El plan debe especificar, tareas, procedimientos de ejecución, frecuencias, herramientas y materiales necesarios para la ejecución de las actividades.
	Programación y priorización de actividades de mantenimiento	La programación de actividades a realizar debe basarse en un calendario (por ejemplo: diario/semana y/o mensual) y debe asignarse por tipo de trabajo (trabajos de ingeniería civil, eléctrica, mecánica, etc) o por áreas geográficas.
	Documentos de mantenimiento	Se deben disponer de documentos de mantenimiento como: Instrucciones para el usuario, manual de mantenimiento, procedimientos de mantenimiento, órdenes de trabajo, registros de mantenimiento y otros necesarios para la administración correcta del mantenimiento. Y que son fuente de información para cálculo de indicadores de mantenimiento.
	Control del mantenimiento	Indicadores de mantenimiento
<b>Tercerización</b>	Política de contratación	La política de contratación debe establecer los lineamientos para realizar el proceso de selección y contratación del mejor contratista que ejecutará el mantenimiento.
	Especificaciones técnicas	Cada contrato de mantenimiento deberá contener las especificaciones técnicas referentes al objeto del contrato.
	Penalizaciones	Establecer penalizaciones que se aplique por incumplimiento de alguna especificación establecida en el contrato.
<b>Riesgos laborales en el mantenimiento</b>	Plan de seguridad	Establecer un documento en el que constan las actividades preventivas para la seguridad que deben ser consideradas al momento de ejecutar las actividades de mantenimiento.
	Uso de equipos de protección personal (EPP)	EPP, que el trabajador debe portar para su protección de uno o varios riesgos que puedan amenazar su salud o seguridad, al momento de ejecutar trabajos de mantenimiento que pueden involucrar riesgos.
<b>Diseño del edificio</b>	Diseño enfocado en el mantenimiento	Los profesionales, deben considerar tres aspectos esenciales para el mantenimiento de edificios: facilidad para limpiar, inspeccionar y reparar o reemplazar.
		Aporte al diseño por parte de especialistas en mantenimiento durante la etapa de diseño del edificio.
		Sistema de retroalimentación del usuario al diseñador
	Diseño que asegure la función del mantenimiento	Diseño que contempla áreas esenciales para la función mantenimiento, como: lavanderías, bodegas de herramientas, área para depósito de desechos; que aseguran que los trabajos de mantenimiento puedan desarrollarse normalmente en el edificio.
	Costo del ciclo de vida	Diseño que realiza un análisis de costo de ciclo de vida, para verificar a lo largo del tiempo la evolución de ingresos y gastos que generará el edificio. Esta es una herramienta clave para determinar la rentabilidad del edificio, y en una etapa temprana hacer correcciones.





De acuerdo a la revisión de la literatura (Buys y Nkado 2006; Dann, Hills y Worthing 2006; Acosta y Troncoso 2011; Sodangi et al. 2014), normativa internacional (UNE-EN 15331 2012) y métodos de evaluación de edificios residenciales como: VERDE Nueva Edificación: Residencial y Oficinas (GBCe 2012); y CASBEE for New Construction (JSBC 2010); que son los métodos que consideran como categoría de evaluación a la gestión de mantenimiento. Se encontraron 31 criterios, de los cuales 22 son aplicables a la tipología de edificación en estudio. Todos los criterios para la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares que se encontraron en las diferentes fuentes, se presentan en el anexo A. Cada requerimiento tiene un objetivo, que contribuye a que la gestión de mantenimiento cumpla su propósito (ver la tabla 7).

En la segunda fase y como exigencia del método de análisis multicriterio AHP, se construyó una estructura jerárquica, en este caso de dos niveles (nivel 1: categorías y nivel 2: criterios), en el que se resumen los requerimientos y criterios a ponderar (ver la figura 2). En la etapa de valoración, se ha aplicado una encuesta piloto (ver anexo B); empleándose finalmente una segunda encuesta (ver anexo C) para obtener la valoración de los expertos. Se verificó que las matrices de comparación pareada cumplan con el CR (el procedimiento en anexo D), que para el caso del análisis de requerimientos es del 10% (los valores de CR de cada decisor se anexa en la tabla E-1). En promedio, de los valores de CR calculados (ver tabla 8), se obtuvo que el grupo con mayor CR promedio son los administradores de edificios, y de manera general todos los valores de CR, están dentro del límite permitido (ver anexo E).

Figura 2. Estructura jerárquica de los requerimientos y criterios a priorizar.



Tabla 8. Valores promedio de CR, por grupo de interés.

Grupo de interés	Valor de CR
<b>ARQ:</b> Arquitectos	8,6 %
<b>ADM:</b> Administradores de edificios	9,4 %
<b>ESP:</b> Especialistas en gestión de mantenimiento	8,6 %

Tabla 7. Objetivos de los requerimientos de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares.

Requerimiento	Objetivo
Organización general del mantenimiento	Definir las políticas bajo las cuales se va a conducir la gestión de mantenimiento del edificio.
Recursos humanos de mantenimiento	Establecer directrices para la selección y capacitación del personal de mantenimiento para el aseguramiento de las funciones de la gestión de mantenimiento del edificio.
Control económico del mantenimiento	Fomentar el uso eficientemente de los recursos económicos asignados para mantenimiento del edificio a través de una adecuada presupuestación y control económico.
Planificación, programación y control del mantenimiento	Asegurar las condiciones adecuadas de habitabilidad para el usuario del edificio, a través de un cronograma de tareas de mantenimiento debidamente presupuestado.
Tercerización del mantenimiento	Establecer directrices para la selección adecuada del contratista de servicios de mantenimiento y de la calidad de la ejecución de los trabajos de mantenimiento.
Riesgos laborales en el mantenimiento	Prevenir accidentes laborales en el personal de mantenimiento a través del establecimiento de un plan de seguridad y la exigencia del empleo de equipos de protección personal.
Diseño del edificio	Evaluar la consideración del mantenimiento en el diseño del edificio.

En la tabla 9, se presentan las ponderaciones de cada requerimiento, según los grupos de interés consultados.

A partir de estos valores (tabla 9), se ha graficado la valoración de cada requerimiento, por grupo decisor (ver figura 3) identificándose que en el requerimiento “diseño del edificio” no hay concordancia. Las ponderaciones definitivas, que se presentan en la tabla 10, se han obtenido través de la agregación de los valores de cada grupo, usando la media geométrica (ver anexo F).



Tabla 9. Priorización de requerimientos por grupo de interés.

Descripción del requerimiento	ARQ	ADM	ESP
<b>A</b> Organización general del mantenimiento	0,0924	0,0827	0,1225
<b>B</b> Recursos humanos de mantenimiento	0,0929	0,1220	0,1415
<b>C</b> Control económico del mantenimiento	0,0675	0,1755	0,1051
<b>D</b> Planificación, programación y control del mantenimiento	0,1368	0,2047	0,2029
<b>E</b> Tercerización del mantenimiento	0,0552	0,0709	0,0494
<b>F</b> Riesgos laborales en el mantenimiento	0,1214	0,1975	0,2677
<b>G</b> Diseño del edificio	0,4340	0,1467	0,1109

La determinación de los pesos de los requerimientos y los factores de los criterios de evaluación, permite identificar cuáles son los valores del umbral de desempeño de las edificaciones, en el área de la gestión de mantenimiento. Para obtener los valores de umbral de cada nivel de referencia, se considera el caso particular de cumplimiento de las exigencias de todos

criterios de evaluación (ver exigencias de los criterios en anexo G), en sus tres niveles: PE, PM, PS. La determinación de los valores del umbral de desempeño se presenta en el anexo H.

El desempeño en la gestión de mantenimiento, va desde el cumplimiento del nivel estándar, cuando en la evaluación se alcanza un puntaje desde 100 a 265 puntos; prácticas mejores para una puntuación desde 266 a 386 puntos y prácticas superiores cuando se iguala o supera los 387 puntos (ver figura 4).

Figura 4. Umbral de los rangos de desempeño.

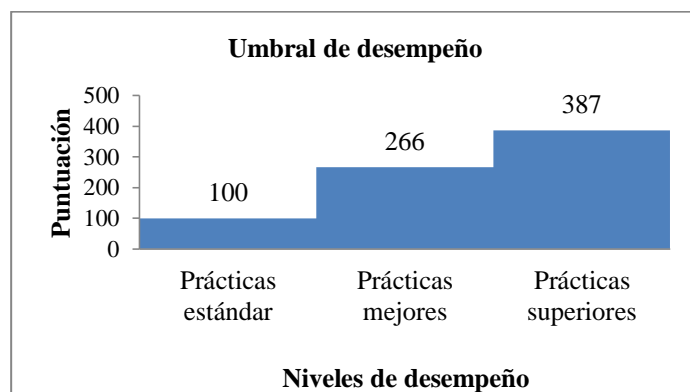


Figura 3. Comparación de la valoración de los requerimientos, según los grupos de interés.

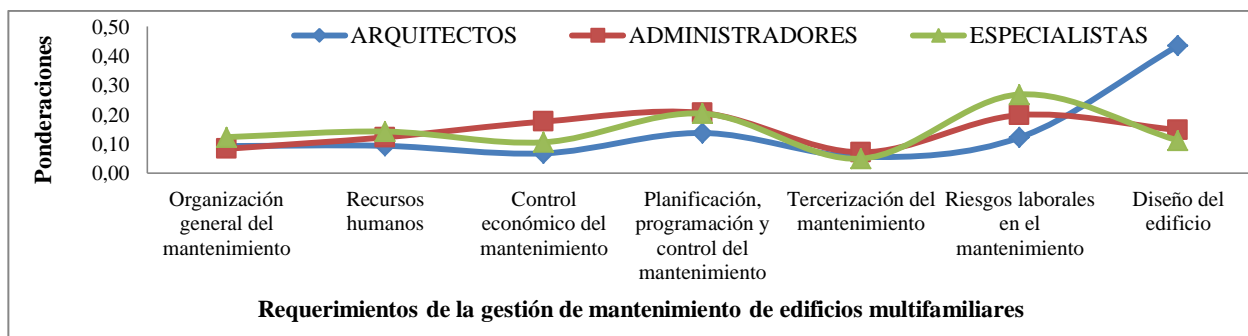


Tabla 10. Ponderaciones de los requerimientos y criterios de evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares.

Requerimiento	Peso	Criterio de evaluación	Factor
<b>A. ORGANIZACIÓN GENERAL DE MANTENIMIENTO</b>	10,5%	<b>A1.</b> Políticas de mantenimiento	0,32
		<b>A2.</b> Informes de mantenimiento	0,18
		<b>A3.</b> Herramienta informática para la gestión de mantenimiento.	0,19
		<b>A4.</b> Normas que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio.	0,31
<b>B. RECURSOS HUMANOS DE MANTENIMIENTO</b>	12,5%	<b>B1.</b> Formación y calificación personal	0,28
		<b>B2.</b> Capacitación y entrenamiento del personal de mantenimiento	0,34
		<b>B3.</b> Cantidad de personal de mantenimiento	0,13
		<b>B4.</b> Asimilación de nuevas metodologías por parte del personal de mantenimiento	0,25
<b>C. CONTROL ECONÓMICO DEL MANTENIMIENTO</b>	11,5%	<b>C1.</b> Presupuesto de mantenimiento	0,54
		<b>C2.</b> Indicadores económicos de mantenimiento	0,46
<b>D. PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO</b>	19,1%	<b>D1.</b> Plan de mantenimiento	0,25
		<b>D2.</b> Programación y priorización de actividades de mantenimiento	0,27
		<b>D3.</b> Documentos de mantenimiento	0,14
		<b>D4.</b> Control de la gestión de mantenimiento	0,34
<b>E. TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO</b>	6,1%	<b>E1.</b> Política de contratación	0,38
		<b>E2.</b> Especificaciones técnicas	0,39
		<b>E3.</b> Penalizaciones	0,23
<b>F. RIESGOS LABORALES EN EL MANTENIMIENTO</b>	19,8%	<b>F1.</b> Plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en mantenimiento	0,58
		<b>F2.</b> Uso de los equipos de protección personal por parte de los ejecutores de mantenimiento	0,42
<b>G. DISEÑO DEL EDIFICIO PARA FACIL MANTENIMIENTO</b>	20,5%	<b>G1.</b> Diseño enfocado en el mantenimiento	0,28
		<b>G2.</b> Diseño que asegure la función del mantenimiento	0,40
		<b>G3.</b> Análisis del costo de ciclo de vida del edificio	0,32

**Resultados de la evaluación del caso de estudio.**

Para la validación del método de evaluación se ha tomado como caso de estudio el edificio Olimpo (ver figura 5) ubicado en la ciudad de Cuenca, que presenta las siguientes características (ver tabla 11):

Tabla 11. Descripción del caso de estudio.

Característica	Descripción
Nombre	Edificio "Olimpo"
Edad	5 años
Ubicación	Manuel Quiroga y Francisco Ascásubi
Orientación	Sur de la ciudad de Cuenca.
Número de departamentos	176 departamentos y 11 locales comerciales
Materialidad	Sistema estructural del edificio de hormigón armado

Mediante una inspección in situ y verificando la existencia física de las evidencias, se realizó la valoración de las exigencias de cada criterio (ver anexo I). En la tabla 12, se presenta la calificación de cada criterio de evaluación y el cómputo que determina la calificación final. El desempeño del edificio tomado como caso de estudio; en la categoría de gestión de mantenimiento no alcanzó el nivel estándar. La calificación obtenida es de 68 sobre 100 puntos (puntuación mínima), requeridos para alcanzar el cumplimiento del nivel estándar.

Tabla 12. Resultados de la evaluación del caso de estudio.

Criterio de evaluación	Factor	Puntos	Requerimiento	Peso	Puntaje
A1. Políticas de mantenimiento	0,32	0	A. Organización general de mantenimiento	10,5%	0
A2. Informes de mantenimiento	0,18	0			
A3. Herramienta informática para la gestión de mantenimiento.	0,19	0			
A4. Norma que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio.	0,31	0			
B1. Formación y calificación personal	0,28	1	B. Recursos humanos	12,5%	8
B2. Capacitación y entrenamiento del personal de mantenimiento	0,34	0			
B3. Cantidad de personal de mantenimiento	0,13	3			
B4. Asimilación de nuevas metodologías por parte del personal de mantenimiento	0,25	0			
C1. Presupuesto de mantenimiento	0,54	0	C. Control económico del mantenimiento	11,5%	0
C2. Indicadores económicos de mantenimiento	0,46	0			
D1. Plan de mantenimiento	0,25	1	D. Planificación, programación y control del mantenimiento	19,1%	10
D2. Programación y priorización de actividades de mantenimiento	0,27	1			
D3. Documentos de mantenimiento	0,14	0			
D4. Control de la gestión de mantenimiento	0,34	0			
E1. Política de contratación	0,38	0	E. Tercerización del mantenimiento	6,1%	0
E2. Especificaciones técnicas	0,39	0			
E3. Penalizaciones	0,23	0			
F1. Plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en mantenimiento	0,58	0	F. Riesgos laborales en el mantenimiento	19,8%	8
F2. Uso de los equipos de protección personal por parte de los ejecutores de mantenimiento	0,42	1			
G1. Diseño enfocado en el mantenimiento	0,28	3	G. Diseño del edificio para fácil mantenimiento	20,5%	42
G2. Diseño que asegure la función del mantenimiento	0,40	3			
G3. Análisis del costo de ciclo de vida del edificio	0,32	0			
CALIFICACIÓN TOTAL:					68

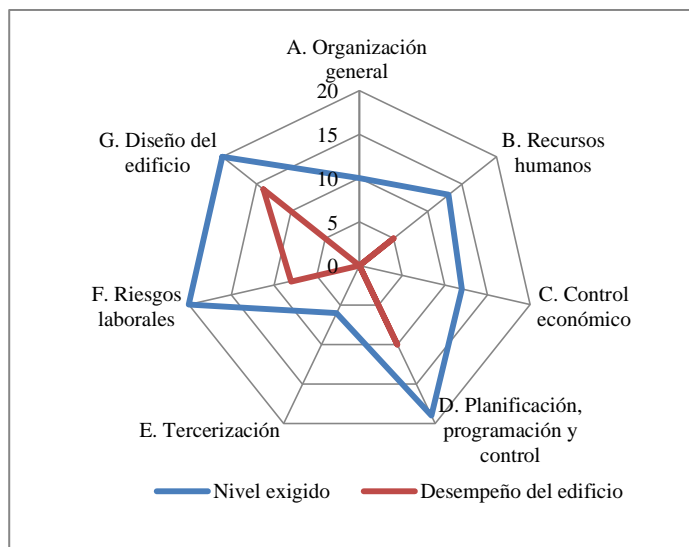
Figura 5. Edificio "Olimpo" (caso de estudio).



En la figura 6, se ilustra el desempeño de cada requerimiento, a través de un diagrama de radar; indicando que los requerimientos con menor desempeño son: la organización general de mantenimiento, el control económico y la tercerización; ninguno de los cuales cumple con exigencia alguna del nivel de prácticas estándar, por lo que han obtenido un puntaje de "0" en estos requerimientos (ver tabla 12).



Figura 6. Nivel de desempeño del caso evaluado.



El requerimiento que obtuvo la mayor puntuación, es el diseño del edificio; el mismo que cumplió con las exigencias del nivel de prácticas mejores (por lo que se le ha asignado 3 puntos), lo que indica que en cierta medida el diseño del edificio contribuye a que las actividades de mantenimiento puedan desarrollarse adecuadamente y con mayor facilidad.

### III. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El propósito de establecer un método para la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares ha sido un trabajo que ha estado limitado por el poco desarrollo del tema, en el ámbito local y nacional. Determinar los criterios que deben intervenir en la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios y las ponderaciones de los mismos, han sido las preguntas de investigación que condujo a este estudio. En base a ello se han determinado 7 requerimientos y 22 criterios de evaluación. El método AHP, empleado para jerarquizar los requerimientos y criterios, permitió el involucramiento de arquitectos, administradores de edificios y profesionales con estudios de cuarto nivel en gestión de mantenimiento industrial (denominados especialistas); como grupos de interés que están vinculados al mantenimiento y su gestión directa o indirectamente.

En su valoración, los arquitectos y especialistas coincidieron en el establecimiento de prioridades, para los administradores de edificios, los dos requerimientos más importantes son: la planificación, programación y control, seguido de los riesgos laborales en el mantenimiento; y para los especialistas en gestión de mantenimiento, lo opuesto. No así para los arquitectos, quienes manifestaron que el requerimiento más importante es el diseño del edificio, seguido de la planificación, programación y control del mantenimiento y en tercer lugar los riesgos laborales. Esto puede deberse a que los administradores, dan más importancia a la actividad que ellos como responsables realizan diariamente en pro del mantenimiento de un edificio, y los especialistas encuestados al

estar relacionados con la parte operativa del mantenimiento industrial, consideran prioritario salvaguardar la vida humana. Sin embargo, no están conscientes que tanto lo uno como lo otro y demás problemas que se presentan en el mantenimiento de una edificación, pueden ser minimizados o eliminados con un diseño del edificio que considere el mantenimiento; que en primera instancia, es un factor determinante para el desempeño del edificio en la etapa de operación y mantenimiento (Hernández, 2011). Por lo tanto, se ha decidido considerar las ponderaciones de los arquitectos dentro de la contabilidad general para la priorización de requerimientos y criterios. Llegando a definir como requerimientos más importantes, en orden descendente: diseño del edificio; riesgos laborales en el mantenimiento y planificación, programación y control. Sin embargo, aunque ante una aparente desventaja, resulta interesante que el método AHP, permitió conjugar los tres puntos de vista que resultan ser complementarios; ya que lo que no es considerado por los administradores y especialistas, es afirmado por los arquitectos.

En comparación con otro estudio similar, que tiene como propósito priorizar criterios de mejores prácticas para el desempeño de la gestión de mantenimiento en instituciones educativas de Sudáfrica (Buys y Nkado 2006), se concuerda de manera general que los aspectos de diseño de los edificios son los más importantes, en la gestión de mantenimiento de este tipo de activos; a pesar de que la tipología es diferente, es un indicativo que el diseño para cualquier tipo de edificación, es un factor de influencia para su mantenimiento y conservación.

Un aspecto fundamental, y que se presenta como una ventaja para el desarrollo y el cumplimiento de los objetivos que se han planteado en este estudio, es la existencia de una metodología para el desarrollo de métodos de evaluación, establecida claramente; que se ha adaptado fácilmente al área en estudio "gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares".

Los resultados obtenidos de la evaluación al caso de estudio, demuestran que no cumple las exigencias de prácticas estándar en la gestión de mantenimiento, esto puede justificarse, debido a que en el contexto local se han arraigado dos falsas ideas: la una es creer que el mantenimiento es reparar cuando algo no funciona, esto apunta a que siempre se adopte la estrategia de mantenimiento correctivo, y no se planifique, y la otra; es considerar que el mantenimiento consiste únicamente en realizar acciones técnicas, en contraposición a lo que la norma UNE-EN 15331 (2012), establece; dejando a un lado la parte administrativa y de gestión, la misma que es fundamental para valorar el desempeño del mantenimiento en edificios y que contribuye efectivamente a conservar a las edificaciones, aptas para su uso.

### VI. CONCLUSIONES

La necesidad prioritaria de conservar una edificación mediante la aplicación sistemática del mantenimiento, en pro de la minimización de los efectos negativos del proceso inevitable de deterioro es apoyada por varias investigaciones; no sólo



porque esto permite que el edificio cumpla con las funciones requeridas por los usuarios, sino también por su aporte a la sustentabilidad ambiental, al contribuir a que la edificación y sus componentes cumplan con su vida útil. La evaluación de la gestión de mantenimiento de un edificio a través del método desarrollado, va a permitir determinar cuáles son los requerimientos con menor desempeño, e identificar las exigencias, que con acciones correctivas pueden ser implementadas y mejoradas.

La metodología empleada para el desarrollo del método propuesto, ha sido contextualizada a la temática de la gestión de mantenimiento de edificios sin dificultades en el desarrollo de la investigación, de esta experiencia se afirma que la metodología es una herramienta valedera para la elaboración de métodos de evaluación de fácil aplicación.

En respuesta a las preguntas de investigación que se ha planteado, se han identificado siete requerimientos que deben estar presentes en la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares, de acuerdo al contexto de la ciudad de Cuenca. De manera general los requerimientos contemplan aspectos de la gestión de mantenimiento, como: la organización; el recurso humano; el control económico; la planificación, programación y control del mantenimiento; la tercerización; la seguridad industrial y el diseño del edificio. Se han identificado 22 criterios que contribuyen a la evaluación de los requerimientos especificados, de 31 criterios analizados, esto básicamente porque no aplican a la tipología de edificación en estudio y porque la exigencia del criterio no es compatible con la realidad local. De la revisión del estado del arte, se determina que no existe normativa local, ni nacional que establezca al menos prácticas estándares para la gestión de mantenimiento de edificios.

El método utilizado para el análisis multicriterio Analytic Hierarchy Process, resultó ser una herramienta eficiente para la priorización de los requerimientos y criterios; y conjugar la valoración de los tres grupos de interés: arquitectos, administradores de edificios y profesionales con grado de maestría en gestión de mantenimiento industrial. Esta herramienta permitió determinar que los requerimientos y criterios tienen diferente grado de importancia.

De la consulta a especialistas y los resultados de las ponderaciones de los requerimientos se identifican a tres requerimientos con mayor porcentaje de importancia, estos son: el diseño del edificio (20,5%), los riesgos laborales en el mantenimiento (19,8%) y la planificación, programación y control del mantenimiento (19,1%), mientras que tres requerimientos se clasifican como menos importantes, éstos son: los recursos humanos de mantenimiento (12,5%), el control económico del mantenimiento (11,5%) y la organización general de mantenimiento (10,5%), finalmente sólo uno de los requerimientos, la tercerización del mantenimiento, es priorizado con el menor peso (6,1%). En el requerimiento que evalúa el diseño del edificio se identifica que el criterio más importante es, el diseño del edificio que contempla áreas

esenciales (lavanderías, área para reciclaje de desechos, bodegas, área de máquinas, etc.), para que las funciones del mantenimiento puedan llevarse a cabo. En el segundo requerimiento más importante, los riesgos laborales en el mantenimiento, el criterio más importante es el plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en mantenimiento. En la planificación, programación y control del mantenimiento, el criterio más importante es el control de la gestión a través de indicadores de mantenimiento.

La validación del método para la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios, fue aplicado a un edificio seleccionado como caso de estudio, el método resultó sencillo de aplicar, sin embargo se ha identificado que se requiere del interés y contribución del administrador del edificio, para presentar las evidencias físicas que avalen el cumplimiento de las exigencias de algunos criterios de evaluación. Como resultado de la evaluación del caso de estudio, el edificio, no alcanzó el nivel estándar, logrando una puntuación de 68/100 puntos. Al momento de la evaluación, se obtuvo respuestas afirmativas al cumplimiento de un criterio evaluado por parte del administrador. Sin embargo, el método exige la presentación física de la evidencia para asignación del cumplimiento del criterio evaluado. Identificándose que existen algunas áreas de la gestión, que pueden ser mejoradas, como son: la organización general del mantenimiento y la tercerización. El requerimiento que mejor puntuación alcanzó es: el diseño del edificio, que logró cumplir con mejores prácticas.

A través del estudio del estado del arte, se ha evidenciado que no existe normativa local que fomente la cultura de la gestión de mantenimiento de edificios, por lo que resulta conveniente recomendar que algún ente regule (a través del establecimiento de prácticas estándar), controle y exija el cumplimiento de al menos éstas prácticas de gestión en el mantenimiento de edificios.

Finalmente, este trabajo como pionero en el método para la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares en el ámbito local pretende ser una base para futuras investigaciones en el tema.

#### GLOSARIO DE TÉRMINOS

**MIDUVI:** Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda

**ISO:** International Organization for Standardization

**UNE:** Una Norma Española

**INEC:** Instituto Nacional de Estadística y Censos

**BSA:** Building Sustainable Assessment

**AHP:** Analytic Hierarchy Process

**CR:** Ratio de consistencia

**CI:** Índice de consistencia

**PE:** Práctica Estándar

**PM:** Práctica Mejor

**PS:** Práctica Superior



Mi sincero agradecimiento por su importante contribución y aporte al desarrollo de este trabajo al Arq. Felipe Quesada Molina Ph.D., Luis Felipe Sexto, M.Sc.; María López, M.Sc.; A la empresa C&V Ingeniería Cía. Ltda., por su apoyo permanente y todos los expertos que participaron en esta investigación. Al proyecto de investigación “Método de Certificación de la Construcción Sustentable de Viviendas”, por permitirme participar en él. Mi profunda gratitud a la Universidad de Cuenca, a la Facultad de Arquitectura y de manera especial a todos los que han contribuido para que la Maestría en Construcciones Tercera Cohorte se desarrolle exitosamente.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, H. y TRONCOSO, M. 2011. Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias, un análisis objetivo. *Ingeniería Mecánica*, vol. 14, no. 2, pp. 107-118.

ALI, A.S. 2009. Cost decision making in building maintenance practice in Malaysia. *Journal of Facilities Management*, vol. 7, pp. 298-306. ISSN 1472-5967. DOI 10.1108/14725960910990044.

AMARILLA, B.C. 1989. Los costos de mantenimiento de edificios en países en vías de desarrollo. *Informes de la Construcción*, vol. 41, no. 404.

ASAMBLEA CONSTITUYENTE 2009. Constitución del Ecuador. *Registro Oficial*, no. 20 de Octubre, pp. 173.

AZNAR, J. y GUIJARRO, F. 2012. *Nuevos métodos de valoración: modelos multicriterio* [en línea]. Segunda Ed. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. ISBN 9788483639825. Disponible en: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>.

BALARAS, C., DROUTSA, K., DASCALAKI, E. y KONTOTIANNIDIS, S. 2005. Deterioration of European apartment buildings. *Energy and Buildings*, vol. 37, no. 5, pp. 515-527. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2004.09.010.

BUYS, F. y NKADO, R. 2006. A survey of maintenance management systems in South African tertiary educational institutions. *Construction Management and Economics* [en línea], vol. 24, no. 10, pp. 997-1005. ISSN 0144-6193. DOI 10.1080/01446190600851009. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446190600851009?journalCode=rcme20>.

DANN, N., HILLS, S. y WORTHING, D. 2006. Assessing how organizations approach the maintenance management of listed buildings. *Construction Management and Economics* [en línea], vol. 24, no. 1, pp. 97-104. ISSN 0144-6193. DOI 10.1080/01446190500249510. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446190500249510>.

DÁVILA, C. y VILLAVICENCIO, M. 2014. Modelo para el uso y mantenimiento de viviendas unifamiliares de interés social en el Distrito Metropolitano de Quito y zonas rurales aledañas. *ESPE*, vol. 1. ISSN 1098-6596. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004.

DBHS 2009. CTE. Documento básico de salubridad. *Código técnico de la Edificación* [en línea], pp. 144. Disponible en: <http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/salubridad/DBHS.pdf>.

DUFFUA, S., RAOUF, A. y DIXON, J. 2004. *Sistemas de mantenimiento: Planeación y control*. México: Wiley and Sons. ISBN 968-18-5918-9.

EN 15628, 2014. *Maintenance - Qualification of maintenance personnel*. 2014. Brussels: CEN.

EN16646, 2015. *Maintenance - Maintenance within physical asset management*. 2015. Brussels: CEN.

GARCÍA, S. 2003. *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Díaz de Santos S.A.

GBCE 2012. VERDE NE Residencial/Oficinas. *Green Building Council España* [en línea], Disponible en: <http://www.gbce.es/>.

GÓMEZ, J.C.O. y CABRERA, J.P.O. 2008. EL Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia Et Technica* [en línea], vol. XIV, no. 39, pp. 247-252. ISSN 0122-1701. Disponible en: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=84920503044>.

GONZÁLEZ, R. 1984. *Mantenimiento Industrial: Organización, gestión y control*. Primera ed. Buenos Aires: Alsina. ISBN 950-553-011-0.

HASSANAIN, M. a., AL-HAMMAD, A.-M. y FATAYER, F. 2013. Assessment of architectural defects attributed to lack of maintenance feedback to the design team. *Architectural Science Review* [en línea], no. January 2015, pp. 1-7. ISSN 0003-8628. DOI 10.1080/00038628.2013.783459. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00038628.2013.783459>.

HERMANS, M. 1995. *Deterioration characteristics of building components: A data collecting model to support performance management*. Eindhoven: Eindhoven University of Technology.

HERNÁNDEZ, S. 2011. Aplicación de la información de la vida útil en la planeación y diseño de proyectos de edificación. [en línea], vol. 21, no. 2, pp. 37-42. DOI <http://dx.doi.org/10.15174/au.2011.35>. Disponible en: <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/35/23>.

IDRUS, A., KHAMIDI, M.F. y LATEEF, O.A. 2009. Value – Based Maintenance Management Model for University Buildings in Malaysia-A Critical Review. *Journal of*





*Sustainable Development* [en línea], vol. 2, pp. 127-133. Disponible en: [www.ccsenet.org/journal.html](http://www.ccsenet.org/journal.html).

INEC 2014. Anuario de estadísticas de edificaciones 2014. *INEC* [en línea], Disponible en: [www.ecuadorencifras.gob.ec](http://www.ecuadorencifras.gob.ec).

ISO 15663, 2001. *Petroleum and natural gas industries – Life cycle costing* [en línea]. 2001. Switzerland: ISO. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=28627](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=28627).

ISO 19338 2007. Performance and assessment requirements for design standards on structural concrete. [en línea]. Disponible en: [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=60852](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=60852).

IZAGUIRRE, G. 2007. Calidad en las construcciones en Chile. *Tecnología y Construcción*, vol. 23, pp. 21-37.

JSBC 2010. Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE). *Japan Sustainable Building Consortium* [en línea], pp. 309. Disponible en: <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>.

KUMAR, R. y GARDONI, P. 2013. Stochastic modeling of deterioration in buildings and civil infrastructure. *Handbook of Seismic Risk Analysis and Management of Civil Infrastructure Systems* [en línea], pp. 410-434. DOI 10.1533/9780857098986.3.410. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780857092687500165>.

LATEEF, O.A. 2010. Case for alternative approach to building maintenance management of public universities. *Journal of Building Appraisal* [en línea], vol. 5, no. 3, pp. 201-212. ISSN 1742-8262. DOI 10.1057/jba.2009.19. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1057/jba.2009.19>.

LI, C.Q. 1997. Deterioration of concrete building structures. *Building Research & Information* [en línea], vol. 25, no. 4, pp. 196-201. [Consulta: 16 enero 2015]. ISSN 0961-3218. DOI 10.1080/096132197370318. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/096132197370318>.

MARTÍNEZ, E., ÁLVAREZ, M., ARQUERO, Á. y ROMERO, M. 2010. Apoyo a la selección de emplazamientos óptimos de edificios. Localización de un edificio universitario mediante el Proceso Analítico Jerárquico (AHP). *Informes de la construcción* [en línea], vol. 62, no. 519, pp. 35-45. ISSN 0020-0883. DOI 10.3989/ic.08.052. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3307923&orden=269662&info=link&nhttp://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=3307923>.

MORENO, J. 2002. El Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones. *Universidad de Zaragoza*, vol. 1, pp. 21-53.

OTHMAN, A.A.E. 2007. Generating Sustainable Values and Achieving Client Satisfaction in Construction Projects through

Maintenance Management: The Case of Housing Projects in Abu Dhabi, United Arab Emirates. *Architectural Engineering and Design Management* [en línea], vol. 3, no. 3, pp. 145-159. DOI 10.1080/17452007.2007.9684638. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17452007.2007.9684638>.

PAN, W., GIBB, A.G.F. y SELLARS, A.B. 2008. Maintenance cost implications of utilizing bathroom modules manufactured offsite. *Construction Management and Economics*, vol. 26, no. January 2015, pp. 1067-1077. ISSN 0144-6193. DOI 10.1080/01446190802422161.

QUESADA, F. 2014. Métodos de evaluación de la vivienda: Análisis comparativo de cinco métodos internacionales. *Hábitat Sustentable*, vol. 4, no. Junio 2014, pp. 56-67.

QUESADA, F. 2015. *Desarrollo de un método de evaluación de la calidad del ambiente interior para el diseño de viviendas sustentables: Caso de estudio región del Bío Bío, Chile*. S.l.: Universidad del Bío-Bío.

RASHID, R.A. y AHMAD, A.G. 2011. Procedia Engineering Overview of Maintenance Approaches of Historical Buildings in Kuala Lumpur – A Current Practice. *Procedia Engineering* [en línea], vol. 20, pp. 425-434. ISSN 1877-7058. DOI 10.1016/j.proeng.2011.11.185. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.185>.

REZA, B., SADIQ, R. y HEWAGE, K. 2014. Emergy-based life cycle assessment (Em-LCA) of multi-unit and single-family residential buildings in Canada. *International Journal of Sustainable Built Environment* [en línea], vol. 3, no. 2, pp. 207-224. ISSN 22126090. DOI 10.1016/j.ijbs.2014.09.001. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212609014000429>.

RODRIGUES, M.F.S., CARDOSO TEIXEIRA, J.M., CARDOSO, J.C.P. y BATEL ANJOS, a. J. 2012. Envelope index evaluation model of existing buildings. *Civil Engineering and Environmental Systems*, no. January 2015, pp. 1-14. ISSN 1028-6608. DOI 10.1080/10286608.2012.709505.

RUVALCABA, H. 2013. Los niveles de asimilación del contenido y la práctica docente. *Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596. DOI 10.1017/CBO9781107415324.004.

SAATY, T.L. 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hill.

SHOHET, I.M., LAVY-LEIBOVICH, S. y BAR-ON, D. 2003. Integrated maintenance monitoring of hospital buildings. En: sistemas que com ponen un hospital, *Construction Management and Economics* [en línea], vol. 21, no. 2, pp. 219-228. ISSN 0144-6193. DOI 10.1080/0144619032000079734. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0144619032000079734>.



SHOHET, I.M., PUTERMAN, M. y GILBOA, E. 2002. Deterioration patterns of building cladding components for maintenance management. En: ejemplo de checklist de agentes de deterioro, *Construction Management and Economics* [en línea], vol. 20, no. 4, pp. 305-314. [Consulta: 16 enero 2015]. ISSN 0144-6193. DOI 10.1080/01446190210125563. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01446190210125563>.

SODANGI, M., KHAMDI, M.F., IDRUS, A., HAMMAD, D.B. y AHMEDUMAR, A. 2014. Best Practice Criteria for Sustainable Maintenance Management of Heritage Buildings in Malaysia. *Procedia Engineering* [en línea], vol. 77, pp. 11-19. ISSN 18777058. DOI 10.1016/j.proeng.2014.07.017. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814009941>.

UNE-EN 13306, 2002. *Terminología de mantenimiento*. 2002. Madrid-España: AENOR.

UNE-EN 15331, 2012. *Criterios para el diseño, la gestión y el control de servicios de mantenimiento de edificios*. 2012. Madrid-España: AENOR.

UNE-EN 15341:, 2008. *Mantenimiento. Indicadores clave de rendimiento del mantenimiento*. 2008. Madrid-España: AENOR.

UNE-EN13460, 2003. *Mantenimiento. Documentos para el mantenimiento*. 2003. Madrid-España: AENOR.

WALL, D.M. 2006. Building maintenance in the context of developing countries. *Construction Management and Economics* [en línea], no. May 2013, pp. 37-41. Disponible en: <http://www.tandfonline.com/loi/rcme20>.

WALLHAGEN, M., GLAUMANN, M., ERIKSSON, O. y WESTERBERG, U. 2013. Framework for detailed comparison of building environmental assessment tools. *Buildings*, Buildings. vol. 3, no. 1, pp. 39-60.

WONG, J.K.W. y LI, H. 2008. Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of intelligent building systems. *Building and Environment* [en línea], vol. 43, no. 1, pp. 108-125. ISSN 03601323. DOI 10.1016/j.buildenv.2006.11.019. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0360132306004367>.

ZHU, J., CHEN, Z. y SUN, L. 2013. A Method of Construction of Index System for Highway Maintenance Management. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [en línea], vol. 96, no. CICTP 2013, pp. 1593-1602. ISSN 18770428. DOI 10.1016/j.sbspro.2013.08.181. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042813023070>.



# ANEXOS





## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A:</b> Resumen de criterios de evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios, según fuentes consultadas. ....	17
<b>Anexo B:</b> Encuesta No.1 para la valoración de requerimientos y criterios de mantenimiento de edificios, de acuerdo al método AHP.....	21
<b>Anexo C:</b> Encuesta No.2 para la valoración de criterios y subcriterios de mantenimiento de edificios, de acuerdo al método AHP.....	23
<b>Anexo D:</b> Procedimiento de aplicación del método Analytic Hierarchy Process (AHP) .....	26
<b>Anexo E:</b> Valores del Ratio de Consistencia (CR) en la valoración de los requerimientos de la gestión de mantenimiento de edificios, según los grupos encuestados.....	29
<b>Anexo F:</b> Valores de los vectores propios de los grupos de interés. ....	30
<b>Anexo G:</b> Contenido de los criterios de evaluación. ....	37
<b>Anexo H:</b> Determinación de umbral de rangos de desempeño. ....	48
<b>Anexo I:</b> Evaluación de la gestión de mantenimiento del edificio tomado como caso de estudio .....	49

**Anexo A: Resumen de criterios de evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios, según fuentes consultadas.**

Tabla A-1: Criterios de mantenimiento de edificaciones, según (Buys y Nkado 2006a)

REFERENCIA	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	JUICIOS DE VALORACIÓN			
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
A survey of maintenance management systems in South African tertiary educational institutions	Inspecciones – D1	Inspecciones de mantenimiento periódicas	X	X	X	X
	Ciclo de vida – G3	Considerar el Costo del Ciclo de Vida (diseño, construcción, uso y mantenimiento; y desagregación) del edificio en el momento del diseño.	X	X	X	-
	Políticas – A1	Políticas del sistema de gestión de mantenimiento	X	X	X	X
	Priorización – D2	El establecimiento de prioridades para hacer trabajos de mantenimiento	X	X	X	X
	Comunicación	Los sistemas de sonido para comunicación en todos los niveles de organización	-	-	-	-
	Importancia del mantenimiento – A1	Dirección: participación / conciencia sobre importancia del mantenimiento	X	X	X	X
	Informes de mantenimiento – A2	La disponibilidad de buenos informes de mantenimiento	X	X	X	X
	Personal de mantenimiento – B3	El personal de mantenimiento: número adecuado del personal de mantenimiento	X	X	X	X
	Registros de trabajos realizados – D3	Registro de los trabajos de mantenimiento después de la finalización de los mismos	X	X	X	X
	Herramientas/materiales – D1	Herramientas para mantenimiento/materiales: calidad/disponibilidad.	X	X	X	X
	Involucramiento de usuarios – B2	Usuarios / ocupantes: participación / conciencia sobre importancia del mantenimiento	X	X	X	X
	Diseño del edificio	Aporte al diseño por el gerente de mantenimiento en la etapa de diseño	X	X	-	-
	Mano de obra – E1	Flexibilidad de la estructura organizativa: mano de obra interna o externa	X	X	X	X
	Retroalimentación	Sistema de retroalimentación del usuario al diseñador	X	X	-	-
	Presupuesto – C2	Buenas técnicas presupuestarias	X	X	X	X
	Plan de mantenimiento – D1	Plan de mantenimiento para la planificación / presupuestación	X	X	X	X
	Estado aceptable – A4	Establecimiento de normas: estado mínimo aceptable / condición del edificio	X	X	X	-
	Formación de obreros – B1	Ejecutores de mantenimiento: formación profesional necesaria	X	X	X	X
	Sistema de gestión de mantenimiento	Sistema de gestión de mantenimiento integrado	X	X	-	-
	Formación de gerente de mantenimiento – B1	Gerente de Mantenimiento: formación profesional necesaria	X	X	X	-
	Manual de mantenimiento – D3	Manual de mantenimiento: Referencia a la especificación de los materiales, piezas, etc.	X	X	X	X
	Entrenamiento en mantenimiento a los usuarios – B2	El entrenamiento de los usuarios en el mantenimiento de edificios	X	X	X	X
	Investigación de gestión de mantenimiento	La investigación en gestión de mantenimiento para mejorar los sistemas	-	-	-	-
	Tecnología – B2	Tecnología: la formación para mantenerse al día con la última tecnología	X	X	X	X
	CMMS – A3	Software para la gestión de mantenimiento (CMMS) para ayudar en el mantenimiento.	X	X	X	-



Tabla A-2: Criterios de mantenimiento de edificaciones, según (Sodangi et al. 2014)

REFERENCIA	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	JUICIOS DE EVALUACIÓN			
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Best Practice Criteria for Sustainable Maintenance Management of Heritage Buildings in Malaysia	Retener	Retener la importancia cultural ('Retener'): Preservar y mejorar el significado cultural y la funcionalidad del edificio histórico	-	-	-	-
	Políticas – A1	Políticas claras de mantenimiento (Políticas): Esto consiste en la exposición clara de los objetivos y las técnicas necesarias para ser adoptado en mantener los edificios patrimoniales aptos para el uso y la conservación de sus valores	X	X	X	X
	Conservación	Plan de Conservación (Conservación): Un documento que describe por qué un edificio de patrimonio es importante y cómo esa importancia se mantendrá en cualquier uso futuro, la alteración, el desarrollo o la reparación.	X	-	-	-
	Gestión	Plan de gestión ("Gestión"): Esto sirve como una herramienta para la aplicación del plan de conservación	X	-	-	-
	Procesos – D1	Procesos y procedimientos de gestión ("Procesos"): Estos son un conjunto de procesos y procedimientos necesarios para la aplicación de mantenimiento.	X	X	X	X
	Actitud – B4	Cambio de actitud ("Actitud"): Custodios de edificios patrimoniales de cambiar su forma de pensar en la conservación de los valores patrimoniales de los edificios	X	X	X	X
	Priorización – D2	Priorización de Mantenimiento ("Priorización"): Secuencia de llevar a cabo los trabajos de mantenimiento que depende de prioridades determinadas	X	X	X	X
	Inspecciones – D1	Las inspecciones regulares ("Inspecciones"): Comprobaciones realizadas variando las frecuencias para asegurar que el mantenimiento se lleva a cabo antes de que se deba hacer el mantenimiento correctivo.	X	X	X	X
	Información – D1	Gestión de la información ("Información"): Planificación, organización, control y coordinación de la recogida, almacenamiento y recuperación de información adecuada para asegurar eficiente y eficaz gestión de mantenimiento de edificios patrimoniales	X	X	X	X
	Formación – B2	Mantenimiento Personal Formación y Experiencia ("Formación"): la formación continua del personal de mantenimiento de adquirir habilidades apropiadas, actitud y grado de sensibilidad requerida del personal que se ocupa del mantenimiento y su gestión	X	X	X	X
	Conciencia	Conciencia Conservación ("Conciencia"): la conciencia de Preservación entre los individuos y organizaciones que tienen edificios patrimoniales dentro de su cuidado	X	-	-	-
	Financiera – C1	Planificación y Presupuestos Financiera ("Financiera"): Tener un mayor control financiero a través de la adopción de programas de mantenimiento programados y presupuestos de mantenimiento restringidos.	X	X	X	X
	Monitoreo	Los sistemas de monitoreo y revisión ("Monitoreo"): Estos son métodos en el examen de las unidades de mantenimiento con el fin de proteger el significado cultural de los edificios patrimoniales	-	-	-	-
	Planificación – D1	Mantenimiento planificado ("Planificación") se acerca: Los programas destinados a la prevención de la pérdida de cualquier parte de los edificios del patrimonio, manteniendo en un orden adecuado por ejemplo, mantenimiento preventivo planificado	X	X	X	X
	Organización	La cultura organizacional y la estructura ("Organización"): Capacitar a la función de mantenimiento para tener un mayor control en la toma de decisiones que afectan a los edificios patrimoniales	-	-	-	-
	Integración	La integración con la estrategia corporativa ("La integración"): La integración de las decisiones de gestión de mantenimiento con los objetivos corporativos de las organizaciones que tienen edificios patrimoniales dentro de su cuidado.	-	-	-	-



Tabla A-3: Criterios de mantenimiento de edificaciones, según (Dann, Hills y Worthing 2006)

REFERENCIA	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	JUICIOS DE EVALUACIÓN			
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Assessing how organizations approach the maintenance management of listed buildings	Objetivos corporativos y estrategia de mantenimiento / Política	Objetivos de gestión de mantenimiento y el propósito de la función de gestión de mantenimiento debe integrarse de forma explícita con los objetivos corporativos.	X	-	-	-
	Los procesos de gestión, planes de conservación y planes de gestión	Las evaluaciones de importancia cultural son fundamentales para la adecuada gestión de los edificios catalogados (incluyendo su mantenimiento) y deben ser implementadas a través de planes de gestión adecuados. El principio de intervención mínima debe informar y ser reforzado por dichos planes de gestión.	-	-	-	-
	Programas de priorización – D2	La programación de mantenimiento debe poner énfasis en la prevención cíclica las tareas de mantenimiento y ser impulsados por el objetivo general de la intervención mínima.	X	X	X	X
	Encuestas de condición, las inspecciones y provisión de datos – D1	Una serie de inspecciones a diferentes frecuencias debe realizarse. Estos deben adaptarse a la importancia y vulnerabilidad del elemento o material.	X	X	X	X
		Las encuestas sobre la condición, deben proporcionar una evaluación de la condición, identificar el momento óptimo para la intervención y ayudar a la priorización de las acciones y la planificación para el futuro.	X	X	X	X
	Gestión de la información	La información sobre la edificación y su condición debe ser almacenado en una base de datos integrada. Debe ser fácil de manejar, tanto para fines tácticos y estratégicos. – A3	X	X	X	-
		Los sistemas deben estar en un lugar que permitan proveer información de la condición del edificio a los usuarios y otras personas que estén directamente relacionados con el departamento de mantenimiento; para ser incorporados en la base de datos de información de mantenimiento.	X	X	-	-
	Gestión financiera y medición del desempeño	Los presupuestos deben reflejar la política de mantenimiento – C1	X	X	X	X
		Un mecanismo de retroalimentación de información sobre el desempeño de mantenimiento a los gerentes y otras partes interesadas – A2	X	X	X	X



Tabla A-4: Criterios de mantenimiento de edificaciones, según (Acosta y Troncoso 2011).

REFERENCIA	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	JUICIOS DE EVALUACIÓN			
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
Auditoría integral de mantenimiento en instalaciones hospitalarias, un análisis objetivo	Organización general del mantenimiento	Política – A1	X	X	X	X
		Software – A3	X	X	X	-
		Informes – A2	X	X	X	X
		Almacenes	-	-	-	-
	Recursos humanos	Capacitación – B2	X	X	X	X
		Entrenamiento – B2	X	X	X	X
		Estimulación – B4	X	X	X	X
	Control económico	Indicadores económicos – C2	X	X	X	X
		Presupuesto – C1	X	X	X	X
		Plan económico – C1	X	X	X	X
	Planificación, programación y control	Planificación – D1	X	X	X	X
		Programación – D2	X	X	X	X
		Control – D4	X	X	X	X
		Órdenes de trabajo – D3	X	X	X	X
	Ingeniería de mantenimiento	Mantenimiento preventivo – D1	X	X	X	X
		Lubricación – D1	X	X	X	X
		Documentación – D3	X	X	X	X
		Control de calidad – D4	X	X	X	X
	Tercerización	Política de contratación – E1	X	X	X	X
		Especificaciones técnicas – E2	X	X	X	X
		Objeto del contrato – E1	X	X	X	X
		Penalizaciones – E3	X	X	X	X
	Gestión de seguridad	Política – F1	X	X	X	X
		Análisis de trabajo seguro – F1	X	X	X	X
		Análisis de causa raíz – F1	X	X	X	-
		Señalizaciones – F1	X	X	X	X
		Cumplimiento de resoluciones – F2	X	X	X	X

Tabla A-5: Criterios de mantenimiento de edificaciones, según método de evaluación de la edificación VERDE (GBCe 2012).

REFERENCIA	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	JUICIOS DE EVALUACIÓN			
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
VERDE Nueva Edificación: Residencial y Oficinas	Desarrollo e implementación de un plan de gestión de mantenimiento.	Verificar el cumplimiento de las siguientes medidas: - Establecimiento instrucciones de uso para el usuario y para el personal de mantenimiento – B2 - Establecimiento una figura que gestione el mantenimiento del edificio – B1 - Contemplar en el plan de mantenimiento un contrato con los proveedores de materiales e instalaciones para asegurar su mantenimiento – D1	X	X	X	X

Tabla A-6: Criterios de mantenimiento de edificaciones, según método de evaluación de la edificación CASBEE (JSBC 2010).

REFERENCIA	CRITERIOS	DESCRIPCIÓN DEL CRITERIO	JUICIOS DE EVALUACIÓN			
			No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
CASBEE for New Construction	Diseño que considera la gestión de mantenimiento.	Los profesionales, deben considerar tres aspectos esenciales para el mantenimiento de edificios: facilidad para limpiar, inspeccionar y reparar o reemplazar – G1	X	X	X	X
	Aseguramiento de las funciones de gestión de mantenimiento.	Diseño que contempla áreas esenciales para la función mantenimiento, como: lavanderías, bodegas de herramientas, área para depósito de desechos; que aseguran que los trabajos de mantenimiento puedan desarrollarse normalmente en el edificio – G2	X	X	X	X



**Anexo B: Encuesta No.1 para la valoración de requerimientos y criterios de mantenimiento de edificios, de acuerdo al método AHP.**

## ENCUESTA PARA PRIORIZAR REQUERIMIENTOS Y CRITERIOS DE MANTENIMIENTO

A través del siguiente formulario, se pretende determinar el grado de importancia de los criterios de mantenimiento de edificios.

Para el priorización de los criterios de mantenimiento, se empleará la técnica estructurada del método Proceso de Análisis Jerárquico (AHP). Esta herramienta matemática y psicológica evalúa la importancia de un elemento mediante la comparación de un criterio con otro, y su valoración según la escala presentada en la encuesta. La aplicación del AHP permitirá determinar el peso que le corresponda a cada requerimiento y criterio; y su priorización dentro de la gestión de mantenimiento de edificios.

Se pide que se responda a las preguntas de manera sincera. No hay respuestas correctas o incorrectas.

### DATOS DEL ENCUESTADO

**1. Nombres y Apellidos**

---

**2. Profesión (Título de grado)**

---

**3. Nivel académico**

- ☐ Tercer nivel  
☐ Maestría  
☐ Doctorado  
☐ Otro: \_\_\_\_\_

**4. Indique los años de experiencia en su ejercicio profesional**

---

## GRADO DE IMPORTANCIA SOBRE REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES.

Con las siguientes preguntas se pretende realizar un contraste entre los diferentes requerimientos de mantenimiento de edificios, para determinar el grado de importancia; luego se realizará comparaciones con los criterios.







**Escala de valoración:** En la siguiente tabla se explica la escala de valoración que debe ser empleada en la encuesta.

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente al criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B esta fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	
Recíprocos de lo anterior	Si el criterio A es de importancia grande frente al criterio B las notaciones serían las siguientes. Criterio A frente a criterio B 5/1 Criterio B frente a criterio A 1/5	

**Seleccione el criterio que considere más importante, entre las comparaciones que se realizan.**

**A) ORGANIZACIÓN GENERAL DEL MANTENIMIENTO**

**B) RECURSOS HUMANOS DE MANTENIMIENTO**

**1. Considera que, ¿A y B son igual de importantes?**

- ☐ SÍ (Pase a la pregunta 4)  
☐ NO

**2. Si su respuesta fue “NO”, señale ¿cuál considera más importante A ó B?**

- ☐ A  
☐ B

**3. Asigne un grado de importancia a la opción elegida.**

- ☐ [2]  
☐ [3] Importancia moderada  
☐ [4]  
☐ [5] Importancia fuerte  
☐ [6]  
☐ [7] Importancia muy fuerte  
☐ [8]  
☐ [9] Extrema importancia

**Pregunta 4:** Se repite el mismo esquema de la pregunta 1 a la 3, pero comparando los criterios A y C.

**¿SE SIGUE EL MISMO ESQUEMA DE PREGUNTAS PARA LA VALORACIÓN DEL RESTO DE REQUERIMIENTOS Y CRITERIOS!**



**Anexo C: Encuesta No.2 para la valoración de criterios y subcriterios de mantenimiento de edificios, de acuerdo al método AHP.**

**ENCUESTA PARA PRIORIZAR REQUERIMIENTOS Y CRITERIOS  
DE MANTENIMIENTO DE EDIFICIOS MULTIFAMILIARES**

A través del siguiente formulario, se pretende determinar el grado de importancia de los criterios de mantenimiento de edificios. Se pide que se responda a las preguntas de manera sincera. No hay respuestas correctas o incorrectas.

**DATOS DEL ENCUESTADO**

1. Nombres y Apellidos

---

2. Profesión

---

3. Nivel académico (si tiene cuarto nivel, escriba el nombre del programa de maestría).

---

4. Indique los años de experiencia en su ejercicio profesional

---

5. En el caso de arquitectos o ingenieros ¿Ha diseñado y/o construido edificios multifamiliares?

Sí\_\_\_\_\_

No\_\_\_\_\_

6. Nombre y edad del edificio que administra. (Pregunta para administradores de edificios).

---

7. Dirección del edificio que administra. (Pregunta para administradores de edificios).

---

8. De manera general: ¿Cuánto conoce sobre la gestión de mantenimiento?

Conocimiento sobre  
la gestión de  
mantenimiento

**Nada**

☐

**Poco**

☐

**Algo**

☐

**Bastante**

☐

**Mucho**

☐



ENCUESTA PARA LA PRIORIZACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO																		
CRITERIOS DE MANTENIMIENTO	Importancia								Igual	Importancia								CRITERIOS DE MANTENIMIENTO
	Extrema		Muy fuerte		Fuerte		Moderada				Moderada		Fuerte		Muy fuerte		Extrema	
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	
Organización general del mantenimiento																		Recursos humanos de mantenimiento
																		Control económico del mantenimiento
																		Planificación, programación y control del mantenimiento
																		Tercerización del mantenimiento
																		Diseño del edificio (fácil mantenimiento)
																		Riesgos laborales en el mantenimiento
Recursos humanos de mantenimiento																		Control económico del mantenimiento
																		Planificación, programación y control del mantenimiento
																		Tercerización del mantenimiento
																		Diseño del edificio (fácil mantenimiento)
																		Riesgos laborales en el mantenimiento
Control económico del mantenimiento																		Planificación, programación y control del mantenimiento
																		Tercerización del mantenimiento
																		Diseño del edificio (fácil mantenimiento)
																		Riesgos laborales en el mantenimiento
Planificación, programación y control del mantenimiento																		Tercerización del mantenimiento
																		Diseño del edificio (fácil mantenimiento)
																		Riesgos laborales en el mantenimiento
Tercerización del mantenimiento																		Diseño del edificio (fácil mantenimiento)
																		Riesgos laborales en el mantenimiento
Diseño del edificio para que sea fácilmente mantenible.																		Riesgos laborales en el mantenimiento



ENCUESTA PARA DE CRITERIOS DEL REQUERIMIENTO A: Organización general del mantenimiento																		
CRITERIOS DE "A"	Importancia								Igual	Importancia								CRITERIOS DE "A"
	Extrema		Muy fuerte		Fuerte		Moderada				Moderada		Fuerte		Muy fuerte		Extrema	
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	
Políticas de mantenimiento																		Informes de mantenimiento
																		Herramienta informática para la gestión de mantenimiento.
																		Normas que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio.
Informes de mantenimiento																		Herramienta informática para la gestión de mantenimiento
																		Normas que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio.
Herramienta informática para la gestión de mantenimiento																		Normas que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio.

Nota: Se ha aplicado el mismo diseño de encuesta para la valoración de los criterios de evaluación de los diferentes requerimientos de mantenimiento.



## Anexo D: Procedimiento de aplicación del método Analytic Hierarchy Process (AHP)

**Paso 1:** Cálculo de la consistencia de las matrices de comparación pareada.

- Normalización de la matriz de comparación pareada: se parte de la matriz de comparación pareada y se obtiene la sumatoria de sus columnas; y se divide cada celda con la sumatoria de su columna respectiva.

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ARQ1	A	B	C	D	E	F	G
A	1	2,00	0,33	0,14	2,00	0,14	0,50
B	0,50	1	1,00	0,17	2,00	0,14	0,25
C	3,00	1,00	1	0,33	3,00	0,14	0,25
D	7,00	6,00	3,00	1	4,00	0,14	2,00
E	0,50	0,50	0,33	0,25	1	0,13	0,25
F	7,00	7,00	7,00	7,00	8,00	1	8,00
G	2,00	4,00	4,00	0,50	4,00	0,13	1
SUMA:	21,00	21,50	16,70	9,39	24,00	1,82	12,30

MATRIZ NORMALIZADA							
	A	B	C	D	E	F	G
A	0,05	0,09	0,02	0,02	0,08	0,08	0,04
B	0,02	0,05	0,06	0,02	0,08	0,08	0,02
C	0,14	0,05	0,06	0,04	0,13	0,08	0,02
D	0,33	0,28	0,18	0,11	0,17	0,08	0,16
E	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,07	0,02
F	0,33	0,33	0,42	0,75	0,33	0,55	0,65
G	0,10	0,19	0,24	0,05	0,17	0,07	0,08

- De la matriz normalizada, se obtiene la matriz promedio, promediando las filas de esta matriz.

MATRIZ PROMEDIO
0,054
0,047
0,073
0,187
0,032
0,480
0,127

- Obtener el vector fila, multiplicando la matriz de comparación pareada con la matriz promedio.

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA							
ARQ1	A	B	C	D	E	F	G
A	1	2,00	0,33	0,14	2,00	0,14	0,50
B	0,50	1	1,00	0,17	2,00	0,14	0,25
C	3,00	1,00	1	0,33	3,00	0,14	0,25
D	7,00	6,00	3,00	1	4,00	0,14	2,00
E	0,50	0,50	0,33	0,25	1	0,13	0,25
F	7,00	7,00	7,00	7,00	8,00	1	8,00
G	2,00	4,00	4,00	0,50	4,00	0,13	1
SUMA:	21,00	21,50	16,70	9,39	24,00	1,82	12,30

MATRIZ PROMEDIO		VECTOR FILA TOTAL
0,054		0,40
0,047		0,34
0,073		0,54
0,187	X	1,52
0,032		0,25
0,48		4,28
0,127	=	1,00



- Calcular el vector cociente, dividiendo el vector fila total para la matriz promedio. Luego obtener el promedio del vector cociente, este valor se representa como  $\lambda_{\text{máx}}$

VECTOR FILA TOTAL		MATRIZ PROMEDIO		VECTOR COCIENTE
0,40	X	0,054	=	7,32
0,34		0,047		7,26
0,54		0,073		7,44
1,52		0,187		8,13
0,25		0,032		7,66
4,28		0,480		8,92
1,00		0,127		7,82
			$\lambda_{\text{máx}} =$	7,79

- Calcular el índice de consistencia (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{\text{máx}} - n}{n - 1}$$

CI: índice de consistencia

$\lambda_{\text{máx}}$ : Valor promedio del vector cociente.

n: tamaño de la matriz

$$CI = \frac{7,79 - 7}{7 - 1} = 0,13$$

- Calcular el valor del Ratio de consistencia, a través de la siguiente expresión y con los valores de índice de consistencia aleatoria, proporcionados por el método.

CR: Ratio de consistencia

IA: Índice de consistencia aleatoria

$$CR = \frac{CI}{IA}$$

Valores de índice de consistencia aleatoria, según (Saaty, 1980)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
RI	0	0	0.525	0.882	1.115	1.252	1.341	1.404
n	9	10	11	12	13	14	15	16
RI	1.452	1.484	1.513	1.535	1.555	1.570	1.583	1.595

$$CR = \frac{0,13}{1,341} = 0,098$$

CR = 9,8 %

- Comparar el valor calculado, con el valor máxima de CR que permite el método según el tamaño de la matriz, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tamaño de la matriz (n)	Ratio de consistencia
3	5%
4	9%
5 o mayor	10%

- El procedimiento se repite para todos los encuestados.





## Paso 2: Cálculo de los vectores propios

- Una vez comprobado el cumplimiento de los ratios de consistencia, se calculan los valores de los vectores propios; partiendo de la matriz de comparación pareada y realizando el producto por sí misma la primera vez, y luego la multiplicación del resultado de cada producto (por sí mismo), las veces necesarias hasta que los cuatro primeros decimales de dos producto consecutivos coincidan. Se presenta como ejemplo el caso del ARQ 1.

MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA								MATRIZ DE COMPARACIÓN PAREADA								PRIMER PRODUCTO								VECTOR PROMEDIO	VECTOR PROPIO 1
ARQ1	A	B	C	D	E	F	G	ARQ1	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G			
A	1	2,00	0,33	0,14	2,00	0,50	0,14	A	1	2,00	0,33	0,14	2,00	0,50	0,14	A	7	9,19	6,7619	2,48	12,714	3,512	0,952	42,6	0,0451
B	0,50	1	1,00	0,17	2,00	0,25	0,14	B	0,50	1	1,00	0,17	2,00	0,25	0,14	B	7,7	7	5,3333	2,363	10,81	2,976	0,8051	37,0	0,0391
C	3,00	1,00	1	0,33	3,00	0,25	0,14	C	3,00	1,00	1	0,33	3,00	0,25	0,14	C	11,83	13,50	7	3,137	17,476	4,81	1,311	59,1	0,0625
D	7,00	6,00	3,00	1	4,00	2,00	0,14	D	7,00	6,00	3,00	1	4,00	2,00	0,14	D	33,00	40,00	24,667	7	52,143	11,89	3,3214	172,0	0,1821
E	0,50	0,50	0,33	0,25	1	0,25	0,125	E	0,50	0,50	0,33	0,25	1	0,25	0,125	E	5,38	5,71	3,9583	1,766	7	2,458	0,5074	26,8	0,0283
F	2,00	4,00	4,00	0,50	4,00	1	0,13	F	2,00	4,00	4,00	0,50	4,00	1	0,13	F	24,38	21,88	16,38	5,16	35,00	7	2,25	112,0	0,1186
G	7,00	7,00	7,00	7,00	8,00	8,00	1	G	7,00	7,00	7,00	7,00	8,00	8,00	1	G	107,50	113,00	79,00	24,50	125,00	39,00	7	495,0	0,5241
																								944,5	1,0000
PRIMER PRODUCTO								PRIMER PRODUCTO								SEGUNDO PRODUCTO								VECTOR PROMEDIO	VECTOR PROPIO 2
A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G			
A	7	9,19	6,76	2,48	12,71	3,51	0,95	A	7	9,19	6,76	2,48	12,714	3,51	0,95	A	537,60	576,1	387,9	141,6	766,75	206,9	52,182	2669,0	0,0480
B	7,67	7	5,33	2,36	10,81	2,98	0,81	B	7,67	7	5,33	2,36	10,81	2,98	0,81	B	465,6	503,8	339,92	123	670,03	180,3	45,592	2328,2	0,0419
C	11,83	13,50	7	3,14	17,48	4,81	1,31	C	11,83	13,50	7	3,14	17,476	4,81	1,31	C	724,8	776,3	529,9	193	1036,8	280,5	70,596	3611,9	0,0650
D	33,00	40,00	24,67	7	52,14	11,89	3,32	D	33,00	40,00	24,667	7	52,143	11,89	3,32	D	1987,8	2129	1445,3	537,6	2844,5	777,8	195,67	9918,0	0,1785
E	5,38	5,71	3,96	1,77	7	2,458	0,51	E	5,38	5,71	3,96	1,77	7	2,458	0,51	E	338,6	364,5	246,11	89,08	489,77	130,1	33,402	1691,6	0,0304
F	24,38	21,88	16,38	5,16	35,00	7	2,25	F	24,38	21,88	16,38	5,16	35,00	7	2,25	F	1303,03	1411,8	954,3	352,7	1872,9	513,6	128,68	6537,1	0,1176
G	107,50	113,00	79,00	24,50	125,00	39,00	7	G	107,50	113,00	79,00	24,50	125,00	39,00	7	G	5737,17	6183,1	4173,3	1546,5	8361,4	2238	578,43	28818,4	0,5186
																								55574,2	1,0000
SEGUNDO PRODUCTO								SEGUNDO PRODUCTO								TERCER PRODUCTO								VECTOR PROMEDIO	VECTOR PROPIO 3
A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G			
A	537,6	576,1	387,9	141,55	766,8	206,9	52,18	A	537,6	576,1	387,9	141,55	766,75	206,9	52,18	A	2E+06	2E+06	1E+06	5E+05	3E+06	8E+05	191824	9734651	0,0478
B	465,6	503,8	339,9	123	670	180,3	45,59	B	465,6	503,8	339,92	123	670,03	180,3	45,59	B	2E+06	2E+06	1E+06	5E+05	2E+06	7E+05	167285	8489323	0,0417
C	724,8	776,3	529,9	192,97	1037	280,5	70,6	C	724,8	776,3	529,9	192,97	1036,8	280,5	70,6	C	3E+06	3E+06	2E+06	7E+05	4E+06	1E+06	259942	13191525	0,0648
D	1987,8	2129	1445	537,57	2844	777,8	195,7	D	1987,8	2129	1445,3	537,57	2844,5	777,8	195,7	D	7E+06	8E+06	5E+06	2E+06	1E+07	3E+06	716320	36350388	0,1787
E	338,6	364,5	246,1	89,078	489,8	130,1	33,4	E	338,6	364,5	246,11	89,078	489,77	130,1	33,4	E	1E+06	1E+06	9E+05	3E+05	2E+06	5E+05	121515	6166409	0,0303
F	1303	1411,8	954,3	352,7	1872,9	513,6	128,7	F	1303	1411,8	954,3	352,7	1872,9	513,6	128,7	F	5E+06	5E+06	3E+06	1E+06	7E+06	2E+06	471836	23944001	0,1177
G	5737	6183,1	4173,3	1546,5	8361,4	2238	578,4	G	5737	6183,1	4173,3	1546,5	8361,4	2238	578,4	G	2E+07	2E+07	2E+07	6E+06	3E+07	8E+06	2E+06	105566219	0,5189
																								203442517	1,0000
TERCER PRODUCTO								TERCER PRODUCTO								CUARTO PRODUCTO								VECTOR PROMEDIO	VECTOR PROPIO 4
A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G		A	B	C	D	E	F	G			
A	2E+06	2E+06	1E+06	519885	3E+06	8E+05	2E+05	A	2E+06	2E+06	1E+06	519885	3E+06	8E+05	2E+05	A	3E+13	3E+13	2E+13	7E+12	4E+13	1E+13	3E+12	1,3003E+14	0,0478
B	2E+06	2E+06	1E+06	5E+05	2E+06	7E+05	2E+05	B	2E+06	2E+06	1E+06	5E+05	2E+06	7E+05	2E+05	B	2E+13	2E+13	2E+13	6E+12	3E+13	9E+12	2E+12	1,134E+14	0,0417
C	3E+06	3E+06	2E+06	7E+05	4E+06	1E+06	3E+05	C	3E+06	3E+06	2E+06	7E+05	4E+06	1E+06	3E+05	C	4E+13	4E+13	3E+13	9E+12	5E+13	1E+13	3E+12	1,7621E+14	0,0648
D	7E+06	8E+06	5E+06	2E+06	1E+07	3E+06	7E+05	D	7E+06	8E+06	5E+06	2E+06	1E+07	3E+06	7E+05	D	1E+14	1E+14	7E+13	3E+13	1E+14	4E+13	1E+13	4,8556E+14	0,1787
E	1E+06	1E+06	9E+05	3E+05	2E+06	5E+05	1E+05	E	1E+06	1E+06	9E+05	3E+05	2E+06	5E+05	1E+05	E	2E+13	2E+13	1E+13	4E+12	2E+13	6E+12	2E+12	8,2368E+13	0,0303
F	5E+06	5E+06	3E+06	1E+06	7E+06	2E+06	5E+05	F	5E+06	5E+06	3E+06	1E+06	7E+06	2E+06	5E+05	F	6E+13	7E+13	5E+13	2E+13	9E+13	2E+13	6E+12	3,1984E+14	0,1177
G	2E+07	2E+07	2E+07	6E+06	3E+07	8E+06	2E+06	G	2E+07	2E+07	2E+07	6E+06	3E+07	8E+06	2E+06	G	3E+14	3E+14	2E+14	8E+13	4E+14	1E+14	3E+13	1,4101E+15	0,5189
																								2,7175E+15	1,0000

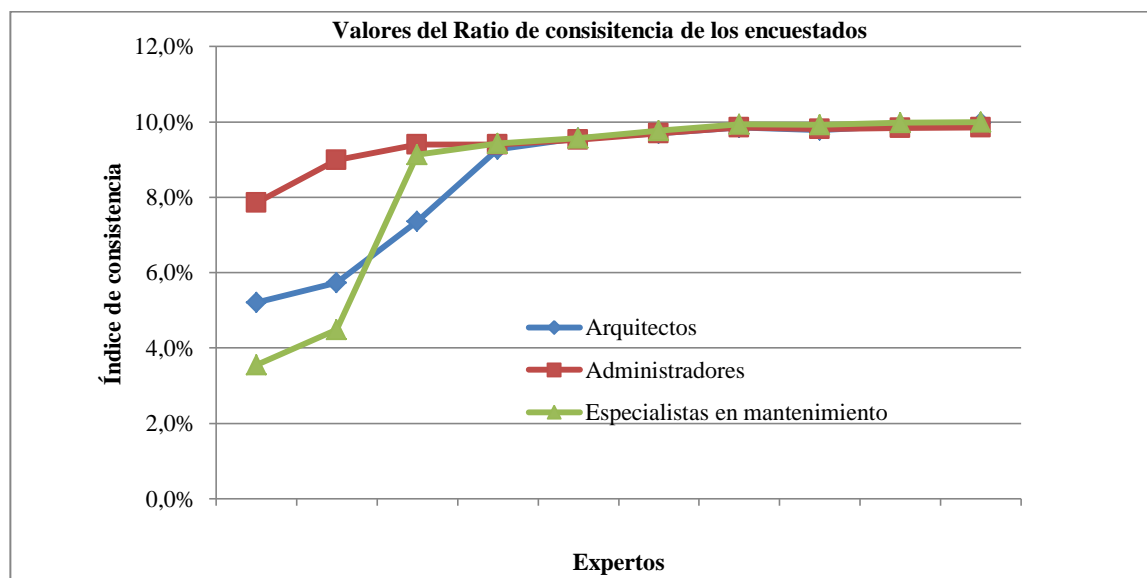
**Anexo E: Valores del Ratio de Consistencia (CR) en la valoración de los requerimientos de la gestión de mantenimiento de edificios, según los grupos encuestados.**

Tabla E-1: Valores del CR, según los grupos de interés.

Expertos encuestados	Valores del ratio de consistencia										Promedio RC
	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	No.7	No.8	No.9	No.10	
Arquitectos	9,8%	9,6%	10,0%	5,7%	5,2%	7,4%	9,8%	9,3%	9,7%	9,9%	8,63%
Administradores	9,5%	9,8%	9,7%	9,8%	9,9%	9,4%	9,8%	9,0%	7,9%	9,4%	9,42%
Especialistas en mantenimiento	10,0%	9,9%	10,0%	9,1%	4,5%	9,8%	9,6%	9,4%	9,9%	3,6%	8,58%

En la gráfica de los valores de los Ratios de Consistencia, se observa que no se supera el valor máximo que admite el método AHP, para una matriz de N=7; que es del 10%.

Figura E-1: Valores del CR, según los grupos de interés.



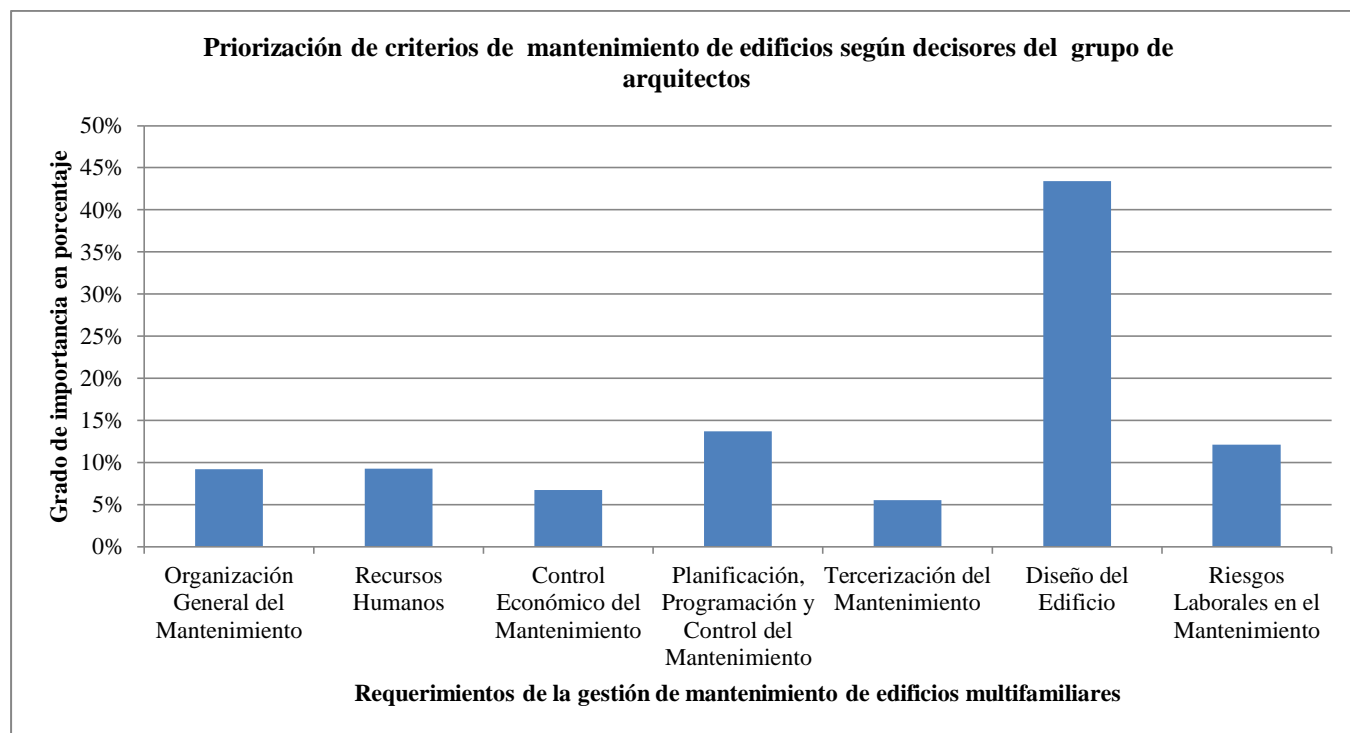
**Comentario:** Las matrices de comparación de los encuestados, que se consideraron para la priorización de requerimientos de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares cumplen con el valor máximo admitido por el método AHP.

**Anexo F: Valores de los vectores propios de los grupos de interés.**

Tabla F-1: Valores de los vectores propios de los arquitectos.

		VALORES DE VECTOR PROPIO - GRUPO No. 1 ARQUITECTOS										AGREG.	NORM.
CRITERIOS		ARQ1	ARQ2	ARQ3	ARQ4	ARQ5	ARQ6	ARQ7	ARQ8	ARQ9	ARQ10		
<b>A</b>	Organización General del Mantenimiento	0,0478	0,0666	0,0574	0,2429	0,1257	0,0412	0,0555	0,1487	0,0338	0,1591	0,0796	<b>0,0924</b>
<b>B</b>	Recursos Humanos	0,0417	0,0479	0,1119	0,0700	0,0649	0,1052	0,0420	0,1442	0,1285	0,1293	0,0800	<b>0,0929</b>
<b>C</b>	Control Económico del Mantenimiento	0,0648	0,0411	0,0604	0,0931	0,0536	0,1039	0,0421	0,0363	0,0298	0,1162	0,0581	<b>0,0675</b>
<b>D</b>	Planificación, Programación y Control del Mantenimiento	0,1787	0,1856	0,0574	0,2097	0,3245	0,0523	0,0732	0,2359	0,0307	0,1442	0,1179	<b>0,1368</b>
<b>E</b>	Tercerización del Mantenimiento	0,0303	0,0265	0,0242	0,0395	0,0649	0,0615	0,0288	0,0354	0,0792	0,2392	0,0475	<b>0,0552</b>
<b>F</b>	Riesgos Laborales en el Mantenimiento	0,1177	0,1565	0,1374	0,0663	0,0419	0,2042	0,3367	0,0188	0,2071	0,0838	0,1046	<b>0,1214</b>
<b>G</b>	Diseño del Edificio	0,5189	0,4757	0,5513	0,2785	0,3245	0,4318	0,4217	0,3807	0,4910	0,1282	0,3741	<b>0,4340</b>
<b>SUMATORIA:</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,8619</b>	<b>1</b>

Figura F-1: Priorización de requerimientos de evaluación, según arquitectos.



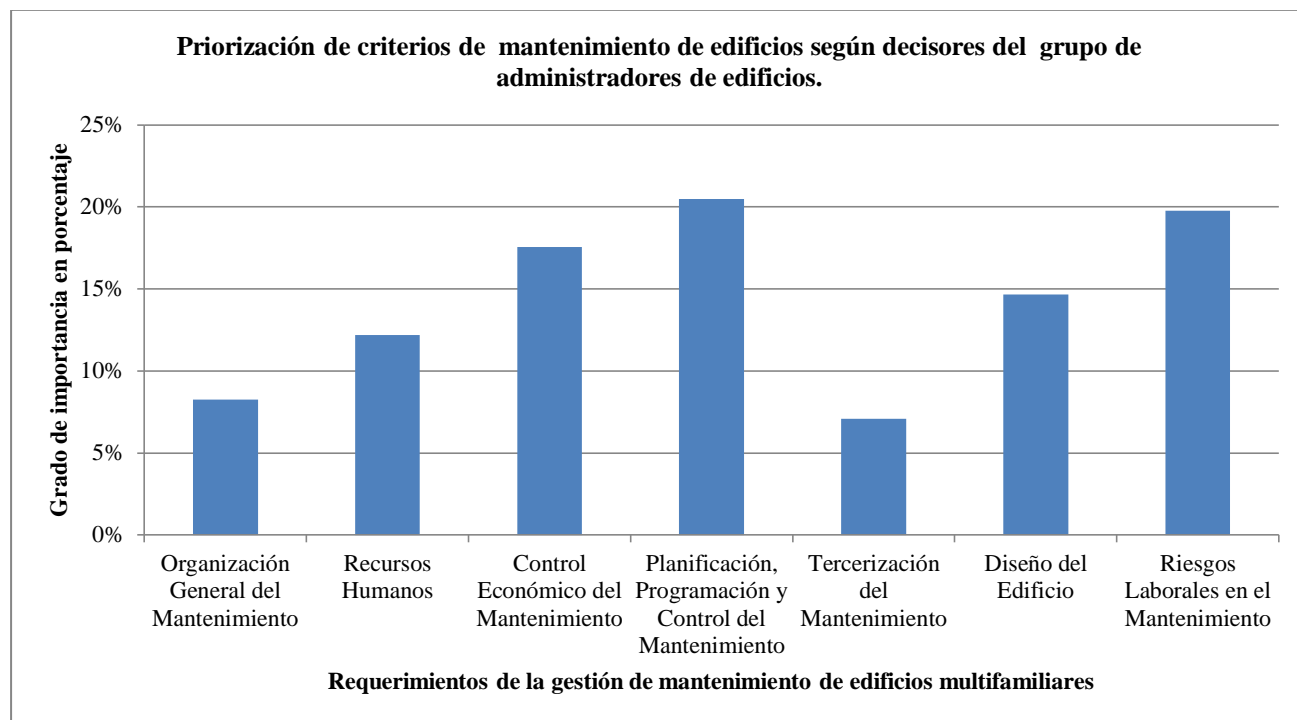
**Comentario:** Los arquitectos en la valoración de los requerimientos de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares, manifiestan que el diseño del edificio es el requerimiento más importante.



Tabla F-2: Valores de los vectores propios de los administradores de edificios.

		VALORES DE VECTOR PROPIO - GRUPO No. 2 ADMINISTRADORES DE EDIFICIOS										AGREG.	NORM
CRITERIOS		ADM1	ADM2	ADM3	ADM4	ADM5	ADM6	ADM7	ADM8	ADM9	ADM10		
<b>A</b>	Organización General del Mantenimiento	0,0418	0,2206	0,1614	0,0447	0,1045	0,0209	0,0649	0,0357	0,0688	0,0395	0,0625	<b>0,0827</b>
<b>B</b>	Recursos Humanos	0,0304	0,1684	0,1940	0,0483	0,1095	0,0213	0,1917	0,1440	0,0594	0,2441	0,0923	<b>0,1220</b>
<b>C</b>	Control Económico del Mantenimiento	0,0810	0,2138	0,1618	0,0619	0,1667	0,1722	0,1208	0,1741	0,0939	0,1736	0,1328	<b>0,1755</b>
<b>D</b>	Planificación, Programación y Control del Mantenimiento	0,1093	0,2199	0,2994	0,1817	0,0898	0,0578	0,1661	0,2465	0,1755	0,1630	0,1549	<b>0,2047</b>
<b>E</b>	Tercerización del Mantenimiento	0,2056	0,0671	0,0344	0,0183	0,0236	0,0945	0,0244	0,1205	0,0861	0,0404	0,0537	<b>0,0709</b>
<b>F</b>	Riesgos Laborales en el Mantenimiento	0,5012	0,0562	0,1155	0,2979	0,0193	0,3437	0,4057	0,2401	0,0861	0,1031	0,1495	<b>0,1975</b>
<b>G</b>	Diseño del Edificio	0,0307	0,0541	0,0334	0,3471	0,4866	0,2896	0,0263	0,0391	0,4303	0,2363	0,1110	<b>0,1467</b>
<b>SUMATORIA:</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,7566</b>	<b>1</b>

Figura F-2: Priorización de requerimientos de evaluación, según administradores de edificios.



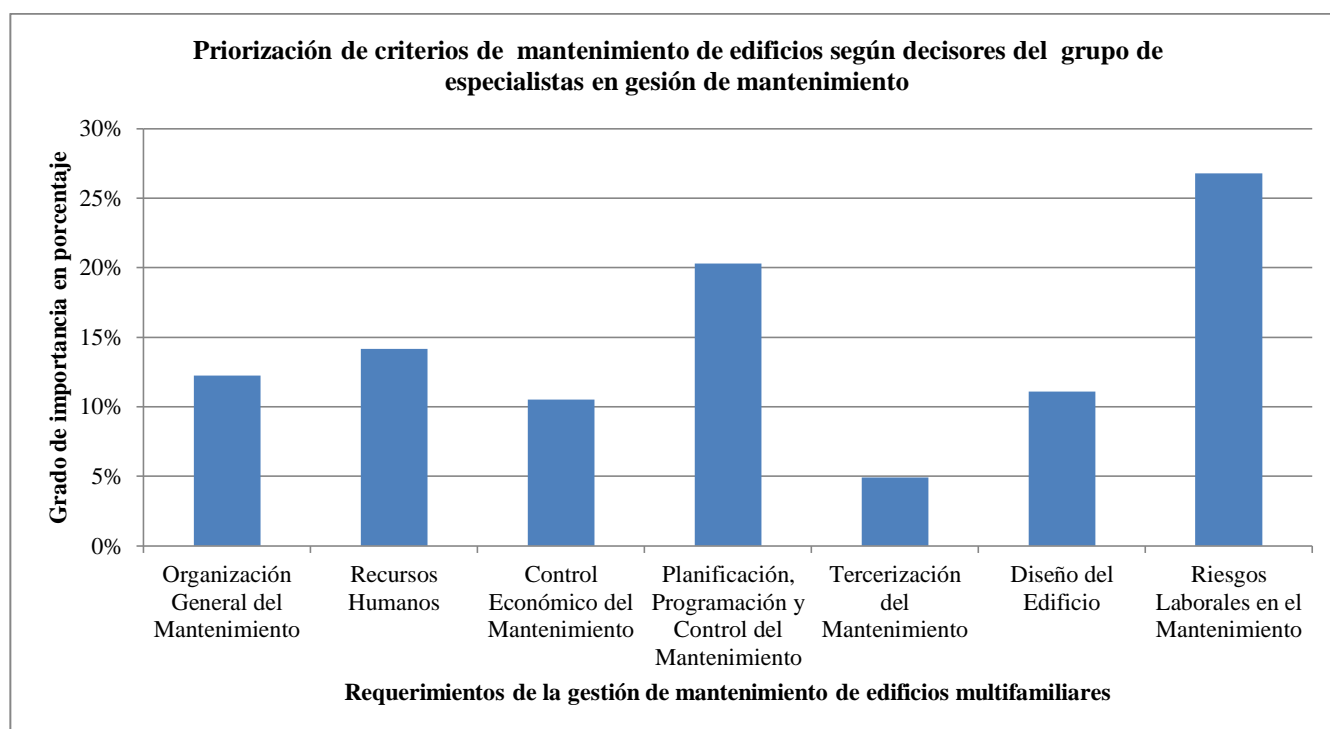
**Comentario:** Los administradores de edificios, en la valoración de los requerimientos de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares, manifiestan que la planificación, programación y control es el requerimiento más importante.



Tabla F-3: Valores de los vectores propios de los especialistas en gestión de mantenimiento.

		VALORES DE VECTOR PROPIO - GRUPO No. 3 ESPECIALISTAS EN MANTENIMIENTO										AGREG.	NORM.
CRITERIOS		ESP1	ESP2	ESP3	ESP4	ESP5	ESP6	ESP7	ESP8	ESP9	ESP10		
<b>A</b>	Organización General del Mantenimiento	0,1115	0,0401	0,0261	0,0917	0,2053	0,1098	0,0874	0,4209	0,1898	0,0568	0,0996	<b>0,1225</b>
<b>B</b>	Recursos Humanos	0,2646	0,0788	0,0516	0,1583	0,2053	0,0850	0,2485	0,0426	0,1626	0,0790	0,1150	<b>0,1415</b>
<b>C</b>	Control Económico del Mantenimiento	0,1258	0,1014	0,1397	0,0846	0,2053	0,0527	0,0279	0,1405	0,0814	0,0399	0,0854	<b>0,1051</b>
<b>D</b>	Planificación, Programación y Control del Mantenimiento	0,1856	0,0913	0,1214	0,1405	0,2053	0,1783	0,1982	0,2325	0,3499	0,0868	0,1648	<b>0,2029</b>
<b>E</b>	Tercerización del Mantenimiento	0,0464	0,0763	0,0632	0,0206	0,0231	0,0273	0,0314	0,0288	0,1067	0,0384	0,0401	<b>0,0494</b>
<b>F</b>	Riesgos Laborales en el Mantenimiento	0,2230	0,4640	0,5372	0,2859	0,0979	0,2606	0,3679	0,1054	0,0392	0,3854	0,2176	<b>0,2677</b>
<b>G</b>	Diseño del Edificio	0,0431	0,1483	0,0607	0,2183	0,0580	0,2861	0,0387	0,0294	0,0705	0,3137	0,0901	<b>0,1109</b>
<b>SUMATORIA:</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0,8126</b>	<b>1,0</b>

Figura F-3: Priorización de requerimientos de evaluación, según los especialistas en gestión de mantenimiento.



**Comentario:** Los especialistas en gestión de mantenimiento, en la valoración de los requerimientos de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares, manifiestan que los riesgos laborales es el requerimiento más importante.





Tabla F-4: Pesos de los requerimientos para evaluar la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares.

PESOS DE LOS REQUERIMIENTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO							
DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS		ARQ.	ADM.	ESP.	AGREG.	NORM	PESOS
<b>A</b>	Organización general del mantenimiento	0,0924	0,0827	0,1225	0,0978	0,105	10,5 %
<b>B</b>	Recursos humanos	0,0929	0,1220	0,1415	0,1170	0,125	12,5 %
<b>C</b>	Control económico del mantenimiento	0,0675	0,1755	0,1051	0,1076	0,115	11,5%
<b>D</b>	Planificación, programación y control del mantenimiento	0,1368	0,2047	0,2029	0,1784	0,191	19,1 %
<b>E</b>	Tercerización del mantenimiento	0,0552	0,0709	0,0494	0,0578	0,061	6,1 %
<b>F</b>	Riesgos laborales en el mantenimiento	0,1214	0,1975	0,2677	0,1859	0,198	19,8 %
<b>G</b>	Diseño del edificio	0,4340	0,1467	0,1109	0,1918	0,205	20,5 %
<b>SUMATORIA:</b>		<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>1,0000</b>	<b>0,9363</b>	<b>1,0000</b>	

Notas:

- La agregación de la valoración de los especialistas, se realiza con la media geométrica.
- El método de evaluación, considera las ponderaciones de los requerimientos expresados en porcentaje.



Tabla F-5: Valores de los vectores propios de los arquitecto para los criterios del requerimiento “A: Organización general del mantenimiento”.

		PESOS DE LOS CRITERIOS DEL REQUERIMIENTO "A"				
CRITERIOS		ARQ	ADM	ESP	AGREGACIÓN	NORMALIZACIÓN
<b>A1</b>	Políticas de mantenimiento	0,2784	0,3055	0,3875	0,3206	<b>0,32</b>
<b>A2</b>	Informes de mantenimiento	0,1709	0,2177	0,1360	0,1717	<b>0,18</b>
<b>A3</b>	Herramienta informática para la gestión de mantenimiento.	0,2292	0,2481	0,1121	0,1854	<b>0,19</b>
<b>A4</b>	Normas que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio.	0,3215	0,2287	0,3645	0,2992	<b>0,31</b>
<b>SUMATORIA:</b>		<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,9769</b>	<b>1,00</b>

Tabla F-6: Valores de los vectores propios de los arquitecto para los criterios del requerimiento “B: Recursos humanos de mantenimiento”.

		PESOS DE LOS CRITERIOS DEL REQUERIMIENTO "B"				
CRITERIOS		ARQ	ADM	ESP	AGREGACIÓN	NORMALIZACIÓN
<b>B1</b>	Formación y calificación personal	0,3317	0,2452	0,2720	0,2807	<b>0,28</b>
<b>B2</b>	Capacitación y entrenamiento del personal de mantenimiento	0,2626	0,3305	0,4048	0,3275	<b>0,34</b>
<b>B3</b>	Cantidad del personal de mantenimiento	0,1091	0,1626	0,1262	0,1308	<b>0,13</b>
<b>B4</b>	Asimilación de nuevas metodologías por parte del personal de mantenimiento	0,2966	0,2616	0,1970	0,2482	<b>0,25</b>
<b>SUMATORIA:</b>		<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,9873</b>	<b>1,00</b>

Tabla F-7: Valores de los vectores propios de los arquitecto para los criterios del requerimiento “C: Control económico del mantenimiento”.

		PESOS DE LOS CRITERIOS DEL REQUERIMIENTO "C"				
CRITERIOS		ARQ	ADM	ESP	AGREGACIÓN	NORMALIZACIÓN
<b>C1</b>	Presupuesto de mantenimiento	0,3460	0,6400	0,6348	0,5199	<b>0,54</b>
<b>C2</b>	Indicadores económicos de mantenimiento	0,6540	0,3600	0,3652	0,4414	<b>0,46</b>
<b>SUMATORIA:</b>		<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,9613</b>	<b>1,00</b>



Tabla F-8: Valores de los vectores propios de los arquitecto para los criterios del requerimiento “D: Planificación, programación y control del mantenimiento”.

		PESOS DE LOS CRITERIOS DEL REQUERIMIENTO "D"				
CRITERIOS		ARQ	ADM	ESP	AGREGACIÓN	NORMALIZACIÓN
<b>D1</b>	Plan de mantenimiento	0,2702	0,1754	0,3120	0,2454	<b>0,25</b>
<b>D2</b>	Programación y priorización de actividades de mantenimiento	0,1998	0,3897	0,2280	0,2609	<b>0,27</b>
<b>D3</b>	Documentos de mantenimiento	0,1435	0,1427	0,1326	0,1395	<b>0,14</b>
<b>D4</b>	Control de la gestión de mantenimiento	0,3865	0,2921	0,3274	0,3331	<b>0,34</b>
<b>SUMATORIA:</b>		<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,9790</b>	<b>1,00</b>

Tabla F-9: Valores de los vectores propios de los arquitecto para los criterios del requerimiento “E: Tercerización del mantenimiento”.

		PESOS DE LOS CRITERIOS DEL REQUERIMIENTO "E"				
CRITERIOS		ARQ	ADM	ESP	AGREGACIÓN	NORMALIZACIÓN
<b>E1</b>	Política de contratación	0,3530	0,2246	0,5665	0,3555	<b>0,38</b>
<b>E2</b>	Especificaciones técnicas	0,3282	0,5618	0,2820	0,3733	<b>0,39</b>
<b>E3</b>	Penalizaciones	0,3187	0,2136	0,1515	0,2177	<b>0,23</b>
<b>SUMATORIA:</b>		<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,9464</b>	<b>1,00</b>

Tabla F-10: Valores de los vectores propios de los arquitecto para los criterios del requerimiento “F: Riesgos laborales en el mantenimiento”.

		PESOS DE LOS CRITERIOS DEL REQUERIMIENTO "F"				
CRITERIOS		ARQ	ADM	ESP	AGREGACIÓN	NORMALIZACIÓN
<b>F1</b>	Plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en mantenimiento	0,4642	0,4909	0,7632	0,5582	<b>0,58</b>
<b>F2</b>	Uso de los equipos de protección personal por parte de los ejecutores de mantenimiento	0,5358	0,5091	0,2368	0,4012	<b>0,42</b>
<b>SUMATORIA:</b>		<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,9594</b>	<b>1,00</b>



Tabla F-11: Valores de los vectores propios de los arquitectos para los criterios del requerimiento "G: Diseño del edificio".

		PESOS DE LOS CRITERIOS DEL REQUERIMIENTO "G"				
CRITERIOS		ARQ	ADM	ESP	AGREGACIÓN	NORMALIZACIÓN
<b>G1</b>	Diseño enfocado en el mantenimiento	0,3311	0,3163	0,1889	0,2705	<b>0,28</b>
<b>G2</b>	Diseño que asegure la función del mantenimiento	0,3017	0,3952	0,5122	0,3938	<b>0,40</b>
<b>G3</b>	Análisis del costo de ciclo de vida del edificio	0,3672	0,2885	0,2989	0,3164	<b>0,32</b>
<b>SUMATORIA:</b>		<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>	<b>0,9806</b>	<b>1,00</b>

**Nota:**

- Las agregaciones de las valoraciones de los especialistas se realizan por la media geométrica.
- Para el método de evaluación, se emplean los pesos de los criterios en valor unitario.

**Anexo G: Contenido de los criterios de evaluación.**

Los criterios de evaluación que se presentan se agrupan de acuerdo al requerimiento de la gestión de mantenimiento del edificio al que pertenecen. Los criterios, tienen siguiente contenido:

- Objetivo del criterio de evaluación
- Normativa nacional
- Método de evaluación
- Tipo de evaluación
- Niveles de referencia
- Comentarios
- Documentos de consulta

**1. REQUERIMIENTO A: Organización general del mantenimiento****1.1 A1: Políticas de mantenimiento**

Tabla G-1: Descripción del criterio de evaluación: políticas de mantenimiento.

Tabla G-1. Descripción del criterio de evaluación: políticas de mantenimiento.			
Criterio de evaluación:	Políticas de mantenimiento		
Objetivo:	Establecer un compromiso por parte de todos los involucrados para impulsar la conservación del edificio a través del mantenimiento.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	Objetivos de mantenimiento		1
Prácticas Mejores	Estrategias de mantenimiento		3
Prácticas Superiores	Prioridades de intervención que se deben considerar cuando se ha establecido el plan.		5
Referencias: (Buys y Nkado 2006; Sodangi et al. 2014; Dann, Hills y Worthing 2006; UNE-EN 15331 2012)			

**1.2 A2: Informes de mantenimiento**

Tabla G-2: Descripción del criterio de evaluación informes de mantenimiento.

Tabla G-2: Descripción del criterio de evaluación informes de mantenimiento.			
<b>Criterio de evaluación:</b>	<i>Informes de mantenimiento</i>		
<b>Objetivo:</b>	Cuantificar y valorar los costos del mantenimiento, el cumplimiento de las actividades planificadas y las novedades registradas, esta información es útil para tomar decisiones.	<b>Normativa nacional:</b>	No existe
<b>Método de evaluación:</b>	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	<b>Tipo de evaluación:</b>	Características
<b>Niveles de referencia</b>	<b>Exigencias de criterio</b>		<b>Puntuación</b>
<b>Prácticas Estándar</b>	- Costo de las actividades de mantenimiento - Cumplimiento de la programación		1
<b>Prácticas Mejores</b>	- Evaluación de prioridades de trabajos pendientes - Eficiencia de los trabajadores		3
<b>Prácticas Superiores</b>	- Porcentaje de costo de mantenimiento debido al tiempo de indisponibilidad - Recomendaciones y plan de acción.		5
<b>Comentarios:</b> Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
<b>Referencias:</b> Norma de documentos para el mantenimiento (UNE-EN13460 2003)			





## 1.3 A3: Herramienta informática (software) para la gestión de mantenimiento

Tabla G-3: Descripción del criterio de evaluación herramienta informática (software) para la gestión de mantenimiento

<b>Criterio de evaluación:</b>	<i>Herramienta informática para la gestión de mantenimiento del edificio</i>		
<b>Objetivo:</b>	Gestionar toda la información relacionada con el mantenimiento del edificio de manera ágil y oportuna, para asegurar una administración eficiente del mantenimiento.	<b>Normativa nacional:</b>	No existe
<b>Método de evaluación:</b>	Se evalúan las evidencias físicas de instalación del software y de la operatividad del mismo, para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	<b>Tipo de evaluación:</b>	Características
<b>Niveles de referencia</b>	<b>Exigencias de criterio</b>		<b>Puntuación</b>
<b>Prácticas Estándar</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Inventario de equipos (datos técnicos, funcionales, económicos y dimensionales)</li><li>- Plan de mantenimiento (contenga información sobre frecuencia, procedimientos, operadores, especificaciones técnicas y costes de la intervención de mantenimiento, para cada elemento).</li></ul>		1
<b>Prácticas Mejores</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Programación y gestión de recursos.</li><li>- Solicitudes de trabajo.</li><li>- Órdenes de trabajo (que contenga autorizaciones)</li><li>- Supervisión de piezas de repuesto.</li><li>- Informes de gastos.</li></ul>		3
<b>Prácticas Superiores</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Libro de registro histórico.</li><li>- Inspecciones periódicas requeridas por la legislación y los reglamentos aplicables.</li><li>- Análisis de fiabilidad y de fallos.</li></ul>		5
<b>Comentarios:</b> Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
<b>Referencias:</b> Norma sobre criterios para el diseño, la gestión y el control de servicios de mantenimiento de edificios (UNE-EN 15331 2012)			

## 1.4 A4: Norma que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio

Tabla G-4: Descripción del criterio de evaluación norma que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio

<b>Criterio de evaluación:</b>	<i>Norma que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio</i>		
<b>Objetivo:</b>	Establecer las actividades mínimas de mantenimiento del edificio, para cumplir con exigencias básicas de salubridad.	<b>Normativa nacional:</b>	No existe
<b>Método de evaluación:</b>	Se evalúan las evidencias físicas de la disposición de actividades mínimas de mantenimiento y su aplicación, para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	<b>Tipo de evaluación:</b>	Características
<b>Niveles de referencia</b>	<b>Exigencias de criterio</b>	<b>Puntuación</b>	
<b>Prácticas Estándar</b>	Acciones de mantenimiento para la protección contra la humedad. Acciones de mantenimiento para asegurar la recogida y evacuación de los residuos Acciones de mantenimiento para asegurar el suministro de agua	1	
<b>Prácticas Mejores</b>	Acciones de mantenimiento que aseguren la evacuación de aguas residuales	3	
<b>Prácticas Superiores</b>	Acciones de mantenimiento que aseguren la calidad del aire interior	5	
<b>Comentarios:</b> Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia. Para conocer las actividades mínimas de mantenimiento que aseguren un ambiente salubre, se hace referencia a las recomendaciones del Documento Básico de Salubridad, del Código Técnico de la Edificación Español.			
<b>Referencias:</b> (DBHS 2009)			
<b>Actividades de mantenimiento para la protección contra la humedad, (DBHS 2009).</b>			
<b>Sistema</b>	<b>Actividad de mantenimiento</b>	<b>Periodicidad</b>	
Muros	Comprobación del correcto funcionamiento de los canales y bajantes de evacuación de los muros parcialmente estancos	1 año	
	Comprobación de que las aberturas de ventilación de la cámara de los muros parcialmente estancos no están obstruidas	1 año	
	Comprobación del estado de la impermeabilización interior	1 año	
Suelos	Comprobación del estado de limpieza de la red de drenaje y de evacuación	1 año	
	Limpieza de las arquetas	1 año	



	Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva, si hubiera sido necesarias su implantación para poder garantizar el drenaje	1 año
	Comprobación de la posible existencia de filtraciones por fisuras y grietas	1 año
Fachadas	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años
	Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	5 años
	Comprobación del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara	10 años
Cubiertas	Limpieza de los elementos de desagüe (sumideros, canalones y rebosaderos) y comprobación de su correcto funcionamiento	1 año
	Recolocación de la grava	1 año
	Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3 años
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3 años

**Actividades de mantenimiento para asegurar la recogida y evacuación de los residuos, (DBHS 2009).**

Sistema	Actividad de mantenimiento	Periodicidad
Contenedores y área de recolección de desechos	Limpieza de los contenedores	3 días
	Desinfección de los contenedores	1,5 mese
	Limpieza del suelo del almacén	1 día
	Lavado con manguera del suelo del almacén	2 semanas
	Limpieza de las paredes, puertas, ventanas, etc.	4 semanas
	Limpieza general de las paredes y techos del almacén, incluidos los elementos del sistema de ventilación, las luminarias, etc.	6 meses
	Desinfección, desinsectación y desratización del almacén de contenedores	1,5 meses

**Recomendaciones para la facilidad de mantenimiento en el suministro de agua, (DBHS 2009).**

1. Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento, tales como elementos de medida, control, protección y maniobra, así como válvulas, compuertas, unidades terminales, que deban quedar ocultos, se situarán en espacios que permitan la accesibilidad.
2. Se aconseja situar las tuberías en lugares que permitan la accesibilidad a lo largo de su recorrido para facilitar la inspección de las mismas y de sus accesorios.
3. En caso de contabilización del consumo mediante batería de contadores, las montantes hasta cada derivación particular se considerará que forman parte de la instalación general, a efectos de conservación y mantenimiento puesto que discurren por zonas comunes del edificio;

**Actividades de mantenimiento para asegurar la evacuación de aguas residuales, (DBHS 2009).**

1. Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se debe comprobar periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos.
2. Se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, o haya obstrucciones.
3. Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables, y los botes sifónicos. Los sumideros y calderetas de cubiertas no transitables se limpiarán, al menos, una vez al año.
4. Una vez al año se revisarán los *colectores* suspendidos, se limpiarán las arquetas sumidero y el resto de posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro, bombas de elevación.
5. Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se apreciaran olores.
6. Cada 6 meses se limpiará el separador de grasas y fangos si este existiera.
7. Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales para evitar malos olores, así como se limpiarán los de terrazas y cubiertas.

**Actividades de mantenimiento para asegurar la calidad del aire interior, (DBHS 2009).**

Sistema	Actividad de mantenimiento	Periodicidad
Conductos	Limpieza	1 año
	Comprobación de la estanquidad aparente	5 años
Aberturas	Limpieza	1 año



Aspiradores híbridos, mecánicos, y extractores	Limpieza	1 año
	Revisión del estado de funcionalidad	5 años
Filtros	Revisión del estado	6 meses
	Limpieza o sustitución	1 año
Sistemas de control	Revisión del estado de sus automatismos	2 años

## 2. REQUERIMIENTO B: Recursos humanos de mantenimiento

### 2.1 B1: Formación y calificación profesional

Tabla G-5: Descripción del criterio de evaluación formación y y calificación profesional.

Anexo C.3. Descripción del criterio de evaluación Formación y calificación profesional			
Criterio de evaluación:	Formación y calificación profesional		
Objetivo:	Seleccionar a personal de mantenimiento que en base a su formación y calificación permitan un adecuado mantenimiento del edificio.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	- Técnico con experiencia en mantenimiento o administración de edificios, al menos 3 años	1	
Prácticas Mejores	- Capacitación en el mantenimiento de los equipos que componen la infraestructura que se administra. - Formación en seguridad industrial o gestión de mantenimiento.	3	
Prácticas Superiores	- Título de educación superior (ingeniero a fin a la gestión de mantenimiento de edificios)	5	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
Referencias: Norma sobre requisitos del personal de mantenimiento (EN 15628 2014)			

### 2.2 B2: Capacitación y entrenamiento

Tabla G-6: Descripción del criterio de evaluación capacitación y entrenamiento

Tabla 3.6. Descripción del criterio de evaluación: Capacitación y Entrenamiento			
<b>Criterio de evaluación:</b>	<i>Capacitación y entrenamiento del personal de mantenimiento.</i>		
<b>Objetivo:</b>	Capacitar a los involucrados en el mantenimiento del edificio para que el desempeño de sus actividades se a eficaz y eficiente.	<b>Normativa nacional:</b>	No existe
<b>Método de evaluación:</b>	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	<b>Tipo de evaluación:</b>	Características
<b>Niveles de referencia</b>	<b>Exigencias de criterio</b>		<b>Puntuación</b>
<b>Prácticas Estándar</b>	- Capacitación en estándares de trabajo (capacitación para el administrador) - Capacitación en herramientas de planeación (capacitación para el administrador)		1
<b>Prácticas Mejores</b>	- Técnicas modernas de planeación y programación de actividades de mantenimiento (capacitación para el administrador) - Establecer un programa de capacitación anual de acuerdo a las necesidades que se presenten (para personal ejecutor de mantenimiento)		3
<b>Prácticas Superiores</b>	- Métodos analíticos para la planeación y programación (capacitación para el administrador) - Establecer un programa de certificación de los trabajadores, en las actividades que desempeñan (personal ejecutor de mantenimiento)		5
<b>Comentarios:</b> Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
<b>Referencias:</b> (Duffua, Raouf y Dixon 2004)			



## 2.3 B3: Cantidad de personal de mantenimiento

Tabla G-7: Descripción del criterio de evaluación cantidad de personal de mantenimiento

Tabla 3-7. Descripción del criterio de evaluación: cantidad de personal de mantenimiento			
Criterio de evaluación:	Cantidad de personal para mantenimiento		
Objetivo:	Asegurar el suficiente recurso humano para cumplir con las actividades de mantenimiento necesarias para conservar al edificio apto para su uso.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	Un administrador de mantenimiento (jefe de mantenimiento).		1
Prácticas Mejores	Cantidad adecuada de ejecutores de mantenimiento (Oficiales y ayudantes) propios o contratados, según las demandas para el mantenimiento del edificio.		3
Comentarios: Ninguno			
Referencias: (García 2003)			

## 2.4 B4: Asimilación de nuevas metodologías por parte del personal de mantenimiento

Tabla G-8: Descripción del criterio de evaluación asimilación de nuevas metodologías por parte del personal de mantenimiento

mantenimiento			
<b>Criterio de evaluación:</b>	<i>Asimilación de nuevas metodologías por parte del personal de mantenimiento</i>		
<b>Objetivo:</b>	Fomentar la aplicación de nuevas metodologías, estrategias y técnicas de mantenimiento para evitar el deterioro del edificio, minimizando los costos y las molestias a los usuarios.	<b>Normativa nacional:</b>	No existe
<b>Método de evaluación:</b>	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	<b>Tipo de evaluación:</b>	Características
<b>Niveles de referencia</b>	<b>Exigencias de criterio</b>		<b>Puntuación</b>
<b>Prácticas Estándar</b>	- Primer grado de asimilación: constatar sobre el conocimiento de la existencia de los temas en los que ha sido capacitado  - Segundo nivel de asimilación: verificar que existe una retención del conocimiento con una comprensión reflexiva de temas en los que ha sido capacitado.		1
<b>Prácticas Mejores</b>	Tercer nivel de asimilación: Verificar que maneja y aplica de manera autónoma los nuevos conocimientos.		3
<b>Comentarios:</b> Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
<b>Referencias:</b> (Ruvalcaba 2013)			

## 3. REQUERIMIENTO C: Control económico del mantenimiento

## 3.1 C1: Presupuesto de mantenimiento

Tabla G-9: Descripción del criterio de evaluación presupuesto de mantenimiento

Tabla 3-3. Descripción del criterio de evaluación presupuesto de mantenimiento			
Criterio de evaluación:	Presupuesto de mantenimiento		
Objetivo:	Determinar anticipadamente los recursos económicos necesarios para cumplir con el plan preventivo y actividades correctivas necesarias.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	El presupuesto contenga los costos de los servicios de mantenimiento		1
Prácticas Mejores	- El presupuesto contenga los costos de mano de obra de las actividades de mantenimiento - El presupuesto contenga los costos de repuestos y suministros de las actividades de mantenimiento		3
Prácticas Superiores	El presupuesto contenga los costos de equipo y herramienta necesarios para los trabajos de mantenimiento		5
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
Referencias: (González 1984)			



## 3.2 C2: Indicadores económicos de mantenimiento.

Tabla G-10: Descripción del criterio de evaluación indicadores económicos de mantenimiento.

Anexo C-16: Descripción del criterio de evaluación indicadores económicos de mantenimiento			
Criterio de evaluación:	Indicadores económicos de mantenimiento		
Objetivo:	Evaluar y optimizar el empleo de los recursos económicos del mantenimiento del edificio.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación del criterio, para el cumplimiento de la exigencia.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	E1 =costo de mantenimiento/presupuesto de mantenimiento.		1
Prácticas Mejores	Costo de mantenimiento por sistema (por ejemplo: área de parqueo, oficina, ascensor, grupo electrógeno, etc)		3
Prácticas Superiores	Índice de costo de hora de mantenimiento=Nº de horas de mantenimiento/Costo de la mano de obra de mantenimiento. E15= Costo de mantenimiento correctivo/Costo total de mantenimiento. E16= Costo de mantenimiento preventivo/Costo total de mantenimiento		5
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
Referencias: Norma sobre Indicadores claves del rendimiento del mantenimiento (UNE-EN 15341: 2008)			

## 4. REQUERIMIENTO D: Planificación, programación y control del mantenimiento

## 4.1 D1: Plan de mantenimiento

Tabla G-11: Descripción del criterio de evaluación plan de mantenimiento

Anexo C.14 Descripción del criterio de evaluación: plan de mantenimiento			
Criterio de evaluación:	Plan de mantenimiento		
Objetivo:	Planificar las actividades de mantenimiento necesarias para evitar el deterioro del edificio.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	- Estructura jerárquica del desglose del edificio. - Definición de las tareas de mantenimiento. - Definición de frecuencias de ejecución.		1
Prácticas Mejores	Recursos para el mantenimiento (mano de obra, materiales, etc.)		3
Prácticas Superiores	Análisis de criticidad de los componentes edificio.		5
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
Referencias: Norma sobre criterios para el diseño, la gestión y el control de servicios de mantenimiento de edificios (UNE-EN 15331, 2012) y terminología de mantenimiento (UNE-EN 13306:, 2002).			

## 4.2 D2: Programación y priorización de actividades de mantenimiento

Tabla G-12: Descripción del criterio de evaluación programación y priorización de actividades de mantenimiento

Criterio de evaluación:	Programación y priorización de actividades de mantenimiento		
Objetivo:	Coordinar oportunamente las actividades de mantenimiento del edificio previendo de todos los recursos necesarios para la ejecución.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	Listado de equipos críticos y sus respectivas actividades. Listado de tareas de mantenimiento según su orden de importancia (programación diaria o semanal de actividades)		1
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
Referencias:			





## 4.3 D3: Documentos de mantenimiento

Tabla G-13: Descripción del criterio de evaluación documentos de mantenimiento

Anexo C-15: Descripción del criterio de evaluación documentos de mantenimiento			
Criterio de evaluación:	Documentos de mantenimiento		
Objetivo:	Registrar toda la información que generen las actividades de mantenimiento, para controlar y evaluar la gestión del mantenimiento del edificio.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	• Registros de mantenimiento		1
Prácticas Mejores	• Manual de mantenimiento		3
Prácticas Superiores	• Procedimientos de mantenimiento		5
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
Referencias: Norma sobre terminología de mantenimiento (UNE-EN 13306, 2002)			

## 4.4 D4: Control de la gestión de mantenimiento

Tabla G-14: Descripción del criterio de evaluación control de la gestión de mantenimiento

Tabla 3-14. Descripción del criterio de evaluación con el control de la gestión de mantenimiento			
<b>Criterio de evaluación:</b>	<i>Control de la gestión de mantenimiento</i>		
<b>Objetivo:</b>	Identificar las deficiencias en la gestión de mantenimiento para corregir y mejorarlas.	<b>Normativa nacional:</b>	No existe
<b>Método de evaluación:</b>	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	<b>Tipo de evaluación:</b>	Características
<b>Niveles de referencia</b>	<b>Exigencias de criterio</b>		<b>Puntuación</b>
<b>Prácticas Estándar</b>	Cumplimiento del plan = tareas ejecutadas /tareas programadas		1
<b>Prácticas Mejores</b>	Indicador de satisfacción del usuario = Número de solicitudes a satisfacción del usuario /Número de solicitudes atendidas		3
<b>Prácticas Superiores</b>	Tasa de fallos por sistema.		5
<b>Comentarios:</b> Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
<b>Referencias:</b> Norma sobre indicadores claves de rendimiento del mantenimiento (UNE-EN 15341, 2008)			

## 5. REQUERIMIENTO E: Tercerización del mantenimiento

## 5.1 E1: Política de contratación

Tabla G-15: Descripción del criterio de evaluación política de contratación

Anexo C-15: Descripción del criterio de evaluación política de contratación			
<b>Criterio de evaluación:</b>	<i>Política de contratación</i>		
<b>Objetivo:</b>	Establecer lineamientos para la selección de la mejor opción del contratista que ejecutará los servicios de mantenimiento del edificio.	<b>Normativa nacional:</b>	No existe
<b>Método de evaluación:</b>	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	<b>Tipo de evaluación:</b>	Características
<b>Niveles de referencia</b>	<b>Exigencias de criterio</b>		<b>Puntuación</b>
<b>Prácticas Estándar</b>	Lineamientos para la selección y contratación del mejor oferente.		1
<b>Comentarios:</b> Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
<b>Referencias:</b>			



## 5.2 E2: Especificaciones técnicas

Tabla G-16: Descripción del criterio de evaluación especificaciones técnicas

Tabla 3-10: Descripción del criterio de evaluación especificaciones técnicas			
Criterio de evaluación:	Especificaciones técnicas		
Objetivo:	Asegurar que los trabajos de mantenimiento del edificio se realicen con calidad.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	Especificaciones técnicas		1
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
Referencias:			

## 5.3 E3: Penalizaciones

Tabla G-17: Descripción del criterio de evaluación penalizaciones

Tabla G-17: Descripción del criterio de evaluación penalizaciones			
Criterio de evaluación:	Penalizaciones		
Objetivo:	Fomentar en el contratista un compromiso con el cumplimiento de las especificaciones técnicas en los trabajos de mantenimiento del edificio.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	Estipulaciones legales (penalizaciones)		1
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
Referencias:			

## 6. REQUERIMIENTO F: Riesgos laborales en el mantenimiento

## 6.1 F1: Plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en el mantenimiento

Tabla G-18: Descripción del criterio de evaluación plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en el mantenimiento

<b>Criterio de evaluación:</b>	<i>Plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en el mantenimiento</i>		
<b>Objetivo:</b>	Determinar las actividades preventivas que eviten los accidentes en el personal de mantenimiento y la afectación al medio ambiente por la ejecución de las actividades de mantenimiento.	<b>Normativa nacional:</b>	No existe
<b>Método de evaluación:</b>	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	<b>Tipo de evaluación:</b>	Características
<b>Niveles de referencia</b>	<b>Exigencias de criterio</b>		<b>Puntuación</b>
<b>Prácticas Estándar</b>	Contenido del plan de seguridad: política, objetivos, actuaciones.		1
<b>Prácticas Mejores</b>	Contenido del plan de seguridad: funciones y responsabilidades		3
<b>Prácticas Superiores</b>	Contenido del plan de seguridad: vigilancia de la salud de los trabajadores		5
<b>Comentarios:</b> Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
<b>Referencias:</b>			



## 6.2 F2: Que los ejecutores de mantenimiento, usen de equipos de protección personal.

Tabla G-19: Descripción del criterio de evaluación uso de equipos de protección personal.

Tabla G-19: Descripción del criterio de evaluación uso de equipos de protección personal.			
<b>Criterio de evaluación:</b>	<i>Uso de equipos de protección personal (EPP)</i>		
<b>Objetivo:</b>	Proteger la salud del personal ejecutor de mantenimiento cuando estén cumplimiento de sus actividades de mantenimiento del edificio.	<b>Normativa nacional:</b>	No existe
<b>Método de evaluación:</b>	Se evalúan las evidencias físicas a través de documentos impresos o digitales que demuestren la disposición y aplicación para el cumplimiento de la exigencia del criterio.	<b>Tipo de evaluación:</b>	Características
<b>Niveles de referencia</b>	<b>Exigencias de criterio</b>		<b>Puntuación</b>
<b>Prácticas Estándar</b>	Equipo que usa el personal de mantenimiento: casco, chaleco reflectivo, botas de caucho, guantes.		1
<b>Prácticas Mejores</b>	Equipo que usa el personal de mantenimiento: protector acústico, protector facial u otros que superen a la práctica estándar.		3
<b>Prácticas Superiores</b>	Equipo que usa el personal de mantenimiento: Arnés o cinturón de seguridad según la peligrosidad de la actividad. Otros dispositivos de seguridad que pueden ser necesarios.		5
<b>Comentarios:</b> Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
<b>Referencias:</b>			

## 7. REQUERIMIENTO G: Diseño del edificio para que sea fácilmente mantenible.

## 7.1 G1: Diseño enfocado en el mantenimiento

Tabla G-20: Descripción del criterio de evaluación diseño enfocado en el mantenimiento

Tabla 3-20. Desempeño del criterio de evaluación diseño enfocado en el mantenimiento			
Criterio de evaluación:	Diseño enfocado en el mantenimiento		
Objetivo:	Promover el diseño del edificio que aporte a la facilidad para limpieza, inspección, reparación o remplazo de elementos y actividades de mantenimiento en general.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de inspecciones en sitio que demuestren la aplicación de la exigencia del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	Aplicación de las medidas de 1-2		1
Prácticas Mejores	Aplicación de las medidas de 3-5		3
Prácticas Superiores	Aplicación de las medidas superiores a 6		5
Comentarios: Verificación en sitio de las condiciones del edificio:			
[1] Para la verificación elegir al menos uno de los siguientes espacios: 1. Baños, 2. Salas de Ascensor, 3. Escaleras mecánicas, 4. Descanso 5. Espacio de manejo de residuos. Verificar si se ha evitado que las paredes sean propensas a la suciedad, generalmente terminadas en materiales que son porosos y absorbentes de agua o solubles en agua.			
[2] Para la verificación elegir al menos una de 1. Baños, 2. Salas de Ascensor, 3. Escaleras mecánicas, 4. Descanso 5. Espacio de manejo de residuos. Verificar si se ha evitado que los suelos sean propensos a la suciedad (generalmente terminados en materiales que son porosos y absorben el agua), principalmente alfombras, hormigón y piedra natural.			
[3] Los pisos deben ser lavables y evitar la formación de lagunas de agua.			
[4] Evaluar si el diseño evita la formación de salientes y entrantes en muros y pisos, siempre que sea posible, y si se evita el uso de acabado curvo entre las paredes y el suelo.			
[5] Evaluar la protección contra el viento en la sala de espera, en el que las puertas primaria y secundaria deben proporcionar un espacio de al menos 1 m en el que las puertas automáticas no deben detectar movimiento.			
[6] Evaluar la cercanía de los tipos de pisos que tienen diferentes formas de mantenimiento, por ejemplo alfombras y cerámica.			
[7] El diseño debe incluir la prevención de los efectos de la lluvia ácida y otras medidas adecuadas a las características de la zona de la construcción (por ejemplo, la proximidad al mar, región de clima frío).			
[8] Evaluar si las paredes exteriores están diseñadas para mantener las condiciones de limpieza de la superficie mediante la prevención de la acumulación de agua y los efectos húmedo seco del agua de lluvia.			
[9] Evaluar las medidas que se han aplicado para evitar daños por los excrementos de las aves de plagas (palomas, cuervos,			



estorninos, etc.).
[10] Evaluar las medidas tomadas para evitar la corrosión, como usar acero inoxidable, o aplicar tratamientos anti-corrosión tales como chapado.
[11] Evaluar el diseño que evita cambios de nivel en la medida de lo posible.
[12] Otros: Los esfuerzos se han realizado en zonas distintas a las indicadas en los puntos anteriores, con la consideración de la gestión de mantenimiento.
<b>Referencias:</b> Método de evaluación de la edificación CASBEE (JSBC 2010)

## 7.2 G2: Diseño que asegure la función del mantenimiento

Tabla G-21: Descripción del criterio de evaluación diseño que asegure la función del mantenimiento

<b>Criterio de evaluación:</b>	<i>Diseño que asegure la función del mantenimiento</i>		
<b>Objetivo:</b>	Promover a que el diseño del edificio considere los espacios que aseguren la función de mantenimiento en el edificio.	<b>Normativa nacional:</b>	No existe
<b>Método de evaluación:</b>	Se evalúan las evidencias físicas a través de inspecciones in situ que demuestren la aplicación de la exigencia del criterio.	<b>Tipo de evaluación:</b>	Características
<b>Niveles de referencia</b>	<b>Exigencias de criterio</b>		<b>Puntuación</b>
<b>Prácticas Estándar</b>	Aplicación de las medidas de 1-3		1
<b>Prácticas Mejores</b>	Aplicación de las medidas de 4-6		3
<b>Prácticas Superiores</b>	Aplicación de las medidas superiores a 7		5
<b>Comentarios:</b> Se verificará in situ el cumplimiento de las siguientes medidas:			
[1] El espacio adecuado que se ha utilizado para el descanso del personal de limpieza o almacenamiento de elementos personales, en relación con la superficie del suelo. Valorar si el área es de al menos el 0,15% de la superficie del suelo.			
[2] El espacio adecuado se ha utilizado para el almacenamiento de equipos de limpieza máquinas, en relación con la superficie del suelo. Valorar si el área es de al menos el 0,12% de la superficie del suelo.			
[3] Evaluar si existe un fregadero para el lavado de los equipos luego de su uso, y que el sistema de drenaje se conecte a la línea de alcantarillado			
[4] Verificar la existencia de un espacio previsto para el lavado y secado de trapeadores y trapos			
[5] Se ha proporcionado del espacio adecuado para clasificación de residuos, materiales para reciclaje, y artículos de basura voluminosos, con relación a la superficie, y una manera fácil de mover esos materiales fuera, ha sido planificadas. Valorar si el área es de al menos el 0,29% de la superficie del suelo.			
[6] Verificar la existencia de áreas de sumideros de limpieza instalados para cada baño, o para cada piso.			
[7] Valorar que los equipos de limpieza se instalen al menos uno en cada 30 m de radio en los pasillos en las zonas comunes.			
[8] Valorar el no empleo de un diseño que hacen difícil el trabajo, como acristalamientos exteriores y paredes con curvas o contratiempos extremas desde el parapeto, y el diseño para un trabajo seguro mediante la instalación de un sistema de góndola en la azotea de los edificios de 10 pisos o más.			
[9] Valorar los niveles de iluminación de al menos 75 lux es deseable.			
[10] Valorar que las válvulas y otros dispositivos de ajuste estén colocados donde son fáciles de operar.			
[11] Valorar le espacio adecuado proporcionado para tareas como: sustitución de filtros y el ajuste de los humidificadores en equipos instalados en falsos techos.			
<b>Referencias:</b> Método de evaluación de la edificación CASBEE (JSBC 2010)			



## 7.3 G3: Análisis del costo del ciclo de vida del edificio por parte del diseñador.

Tabla G-22: Descripción del criterio de evaluación análisis del costo del ciclo de vida del edificio por parte del diseñador.

Tabla 3-22. Descripción del criterio de evaluación análisis del costo del ciclo de vida del edificio por parte del diseñador.			
Criterio de evaluación:	Análisis del costo del ciclo de vida del edificio por parte del diseñador.		
Objetivo:	Determinar los costos que tendrá el edificio por operación y mantenimiento según el diseño del edificio.	Normativa nacional:	No existe
Método de evaluación:	Se evalúan las evidencias físicas a través de inspecciones en sitio que demuestren la aplicación de la exigencia del criterio.	Tipo de evaluación:	Características
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	Cumplir con la etapa de diagnóstico		1
Prácticas Mejores	Cumplir con la etapa de recolección de datos		3
Prácticas Superiores	Cumplir con la etapa de análisis y modelamiento		5
	Cumplir con la etapa de reporte y toma de decisiones		
Comentarios: El detalle del contenido de cada etapa, según la norma internacional (ISO 15663 2001):			
1. Diagnóstico			
a. Identificar objetivos y metas.			
b. Identificar restricciones.			
c. Establecer criterios de decisión.			
d. Identificar opciones potenciales.			
e. Establecer opciones (diseño, operación, mantenimiento).			
f. Definir variables a considerar en el análisis de costos.			
2. Recolección de Datos			
a. Identificar “drivers” potenciales de costos.			
b. Definir elementos de costo.			
c. Establecer modelo estructurado de gestión de costos.			
d. Identificar y recolectar los datos (costos, estadísticas, indicadores RAM).			
3. Análisis y Modelamiento			
a. Desarrollo del Modelo LCC.			
b. Análisis y Evaluación de los Costos.			
c. Análisis de Sensibilidad.			
4. Reporte y Toma de Decisiones			
a. Reporte y Decisión.			
b. Iteración (con el diseño, operación o mantenimiento).			
c. Ejecución de Planes de Acción de Mejoramiento.			
Referencias: Norma sobre análisis de costo de ciclo de vida de activos (ISO 15663 2001)			





## Anexo H: Determinación de umbral de rangos de desempeño.

Requerimientos	Peso	Criterio de evaluación	Factor	Niveles de desempeño								
				Estándar			Mejores prácticas			Superiores prácticas		
A. ORGANIZACIÓN GENERAL DE MANTENIMIENTO	10,5%	A1. Políticas de mantenimiento	0,32	1	0,32	11	3	0,96	31,5	5	1,6	52,5
		A2. Informes de mantenimiento	0,18	1	0,18		3	0,54		5	0,9	
		A3. Herramienta informática para la gestión de mantenimiento.	0,19	1	0,19		3	0,57		5	0,95	
		A4. Normas que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio.	0,31	1	0,31		3	0,93		5	1,55	
				1			3			5		
B. RECURSOS HUMANOS	12,5%	B1. Formación y calificación personal	0,28	1	0,28	13	3	0,84	37,5	5	1,4	38,75
		B2. Capacitación y entrenamiento del personal de mantenimiento	0,34	1	0,34		3	1,02		5	1,7	
		B3. Cantidad de personal de mantenimiento	0,13	1	0,13		3	0,39		0	0	
		B4. Asimilación de nuevas metodologías por parte del personal de mantenimiento	0,25	1	0,25		3	0,75		0	0	
				1			3			3,1		
C. CONTROL ECONÓMICO DEL MANTENIMIENTO	11,5%	C1. Presupuesto de mantenimiento	0,54	1	0,541	12	3	1,62	34,5	5	2,70	57,5
		C2. Indicadores económicos de mantenimiento	0,46	1	0,459		3	1,38		5	2,30	
				1			3			5		
D. PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DEL MANTENIMIENTO	19,1%	D1. Plan de mantenimiento	0,25	1	0,25	19	3	0,75	41,83	5	1,25	37,25
		D2. Programación y priorización de actividades de mantenimiento	0,27	1	0,27		0	0		0	0	
		D3. Documentos de mantenimiento	0,14	1	0,14		3	0,42		5	0,70	
		D4. Control de la gestión de mantenimiento	0,34	1	0,34		3	1,02		0	0,00	
				1			2,19			1,95		
E. TERCERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO	6,1%	E1. Política de contratación	0,38	1	0,376	6,1	0	0	0	0	0	0
		E2. Especificaciones técnicas	0,39	1	0,394		0	0		0	0	
		E3. Penalizaciones	0,23	1	0,23		0	0		0	0	
				1			0			0		
F. RIESGOS LABORALES EN EL MANTENIMIENTO	19,8%	F1. Plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en mantenimiento	0,58	1	0,582	20	3	1,75	59,4	5	2,91	99
		F2. Uso de los equipos de protección personal por parte de los ejecutores de mantenimiento	0,42	1	0,418		3	1,25		5	2,09	
				1			3			5		
G. DISEÑO DEL EDIFICIO PARA FACIL MANTENIMIENTO	20,5%	G1. Diseño enfocado en el mantenimiento	0,28	1	0,276	21	3	0,83	61,5	5	1,38	102,5
		G2. Diseño que asegure la función del mantenimiento	0,40	1	0,402		3	1,20		5	2,01	
		G3. Análisis del costo de ciclo de vida del edificio	0,32	1	0,323		3	0,97		5	1,61	
				1			3			5		
	100%	VALORES DE UMBRAL DE DESEMPEÑO:		100			266			387		

El rango del umbral de desempeño, se asigna de la siguiente manera:

- Cumple prácticas estándar, si en la evaluación obtiene una puntuación de 100 puntos a 265 puntos.
- Cumple prácticas mejores, si en la evaluación obtiene una puntuación de 266 puntos a 386 puntos.
- Cumple prácticas estándar, si en la evaluación obtiene una puntuación igual o superior a 387 puntos.



**Anexo I: Evaluación de la gestión de mantenimiento del edificio tomado como caso de estudio.**

**Validación del método propuesto para la evaluación de la gestión de mantenimiento de edificios multifamiliares.**

- **Caso de estudio**

Tabla I-1: Descripción general del caso de estudio.

Descripción	Edificio Multifamiliar «OLIMPO»
Ubicación	Manuel Quiroga y Francisco Ascásubi, Cuenca, Ecuador
Orientación	Sur de la ciudad de Cuenca.
Número de departamentos	176 departamentos y 11 locales comerciales.
Materialidad	El sistema estructural del edificio es de hormigón armado.

**a) Fotografías del condominio Olimpo**



Figura I-1: Condominio “Olimpo” – vista exterior



Figura I- 2: Condominio “Olimpo” – vista interior.



A continuación se presenta el formato empleado para la evaluación y los resultados de la aplicación del método para la evaluación de la gestión de mantenimiento, sobre el caso de estudio.

## A. REQUERIMIENTO 1: Organización general del mantenimiento

### A1. Políticas de mantenimiento

Tabla I-1: Criterios de evaluación y resultados para políticas de mantenimiento.

Tabla 1.1: Criterios de evaluación y resultados para políticas de mantenimiento.			
Criterio de evaluación:	Políticas de mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	Objetivos de mantenimiento	1	
Prácticas Mejores	Las estrategias de mantenimiento	3	
Prácticas Superiores	Las prioridades de intervención que se deben considerar cuando se ha establecido el plan.	5	
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	No dispone de un documento en el que se expongan los objetivos del mantenimiento del edificio	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			

### A2. Informes de mantenimiento

Tabla I-2: Criterios de evaluación y resultados para informes de mantenimiento.

Tabla 1.2: Criterios de Evaluación y Resultados para Informes de mantenimiento.			
Criterio de evaluación:	Informes de mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	- Costo de las actividades de mantenimiento - Cumplimiento de la programación		1
Prácticas Mejores	- Evaluación de prioridades de trabajos pendientes - Eficiencia de los trabajadores		3
Prácticas Superiores	- Porcentaje de costo de mantenimiento debido al tiempo de indisponibilidad - Recomendaciones y plan de acción.		5
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	No se elaboran informes de mantenimiento, no existe documentación.	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			

**A3. Herramienta informática para la gestión de mantenimiento del edificio.**

Tabla I-3: Criterios de evaluación y resultados para herramienta informática para la gestión de mantenimiento del edificio

Criterio de evaluación:	Herramienta informática para la gestión de mantenimiento del edificio		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	<ul style="list-style-type: none"><li>- Inventario de equipos (datos técnicos, funcionales, económicos y dimensionales)</li><li>- Plan de mantenimiento (contenga información sobre frecuencia, procedimientos, operadores, especificaciones técnicas y costes de la intervención de mantenimiento, para cada elemento).</li></ul>		1
Prácticas Mejores	<ul style="list-style-type: none"><li>- Programación y gestión de recursos.</li><li>- Solicitudes de trabajo.</li><li>- Órdenes de trabajo (que contenga autorizaciones)</li><li>- Supervisión de piezas de repuesto.</li><li>- Informes de gastos.</li></ul>		3
Prácticas Superiores	<ul style="list-style-type: none"><li>- Libro de registro histórico.</li><li>- Inspecciones periódicas requeridas por la legislación y los reglamentos aplicables.</li><li>- Análisis de fiabilidad y de fallos.</li></ul>		5
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	No se emplea ningún software de gestión de mantenimiento (CMMS).	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			

**A4. Normas que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio**

Tabla I-4: Criterios de evaluación y resultados para norma que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio.

Criterio de evaluación:	<i>Norma que establezca el estado mínimo aceptable de mantenimiento del edificio</i>		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	- Acciones de mantenimiento para la protección contra la humedad. - Acciones de mantenimiento para asegurar la recogida y evacuación de los residuos - Acciones de mantenimiento para asegurar el suministro de agua	1	
Prácticas Mejores	Acciones de mantenimiento que aseguren la evacuación de aguas residuales	3	
Prácticas Superiores	Acciones de mantenimiento que aseguren la calidad del aire interior	5	
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	No se dispone de las actividades de mantenimiento para la protección contra la humedad, recogida y evacuación de residuos, suministro de aguas; recomendadas por el DBS.	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			

**B. REQUERIMIENTO 2: Recursos humanos de mantenimiento.****B1. Formación y calificación profesional**

Tabla I-5: Criterios de evaluación y resultados para formación y calificación profesional.

Tabla 1-37. Criterios de evaluación y resultados para formación y calificación profesional.			
Criterio de evaluación:	Formación y calificación profesional		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	Técnico con experiencia en mantenimiento o administración de edificios, al menos 3 años	1	
Prácticas Mejores	Capacitación en los equipos que componen la infraestructura que se administra. Formación en seguridad industrial o gestión de mantenimiento.	3	
Prácticas Superiores	Título de educación superior (ingeniero a fin a la gestión de mantenimiento de edificios)	5	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	No se dispone de las actividades de mantenimiento para la protección contra la humedad, recogida y evacuación de residuos, suministro de aguas; recomendadas por el DBS.	Cumple con las exigencias mínimas	Práctica estándar
Nota: Puntuación = 1 punto			

**B2. Capacitación y entrenamiento**

Tabla I-6: Criterios de evaluación y resultados para capacitación y entrenamiento.

Tabla 1-3. Criterios de evaluación y resultados para capacitación y entrenamiento.			
Criterio de evaluación:	Capacitación y entrenamiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	- Capacitación en estándares de trabajo (capacitación para el administrador) - Capacitación en herramientas de planeación (capacitación para el administrador)	1	
Prácticas Mejores	- Técnicas modernas de planeación y programación de actividades de mantenimiento (capacitación para el administrador) - Establecer un programa de capacitación anual de acuerdo a las necesidades que se presenten (para personal ejecutor de mantenimiento)	3	
Prácticas Superiores	- Métodos analíticos para la planeación y programación (capacitación para el administrador) - Establecer un programa de certificación de los trabajadores, en las actividades que desempeñan (personal ejecutor de mantenimiento)	5	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	El administrador del edificio no se capacita en temas de gestión de mantenimiento, como: estándares de trabajo, ni herramientas de planeación.	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			

**B3. Cantidad de personal de mantenimiento**

Tabla I-7: Criterios de evaluación y resultados para cantidad de personal para mantenimiento.

Criterio de evaluación:	Cantidad de personal para mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	Un administrador de mantenimiento (jefe de mantenimiento).		1
Prácticas Mejores	Cantidad adecuada de ejecutores de mantenimiento (Oficiales y ayudantes) propios o contratados, según las demandas para el mantenimiento del edificio.		3
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
Referencias:			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	Existe un administrador del edificio. / Se dispone de personal de mantenimiento laborando en el edificio.	Cumple nivel de prácticas mejores	Cumple
Nota: Puntuación = 3 puntos			

**B4. Asimilación de nuevas metodologías**

Tabla I-8: Criterios de evaluación y resultados para asimilación de nuevas metodologías por parte del personal de mantenimiento

Criterio de evaluación:		Asimilación de nuevas metodologías por parte del personal de mantenimiento	
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	<ul style="list-style-type: none"><li>- Primer grado de asimilación: constatar sobre el conocimiento de la existencia de los temas en los que ha sido capacitado</li><li>- Segundo nivel de asimilación: verificar que existe una retención del conocimiento con una comprensión reflexiva de temas en los que ha sido capacitado.</li></ul>	1	
Prácticas Mejores	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tercer nivel de asimilación: Verificar que maneja y aplica de manera autónoma los nuevos conocimientos.</li></ul>	3	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
Referencias:			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	El personal de mantenimiento no recibe capacitación, por tanto no es posible evaluar la asimilación de la nueva información adquirida.	No cumple con las exigencias mínimas.	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			

**C. REQUERIMIENTO No. 3: Control económico del mantenimiento.****C1. Presupuesto de mantenimiento**

Tabla I-9: Criterios de evaluación y resultados para presupuesto de mantenimiento

Tabla 1-7: Criterios de Evaluación y Resultados para presupuesto de mantenimiento			
Criterio de evaluación:	Presupuesto de mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	- El presupuesto contenga los costos de los servicios de mantenimiento	1	
Prácticas Mejores	- El presupuesto contenga los costos de mano de obra de las actividades de mantenimiento - El presupuesto contenga los costos de repuestos y suministros de las actividades de mantenimiento	3	
Prácticas Superiores	- El presupuesto contenga los costos de equipo y herramienta necesarios para los trabajos de mantenimiento	5	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	No se elaboran presupuestos de mantenimiento	No cumple con las exigencias mínimas.	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			

**C2. Indicadores económicos**


Tabla I-10: Criterios de evaluación y resultados para indicadores económicos de mantenimiento

Criterio de evaluación:	Indicadores económicos de mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	E1 =costo de mantenimiento/presupuesto de mantenimiento.	1	
Prácticas Mejores	Costo de mantenimiento por sistema (por ejemplo: área de parqueo, oficina, ascensor, grupo electrógeno, etc)	3	
Prácticas Superiores	Índice de costo de hora de mantenimiento=N° de horas de mantenimiento/Costo de la mano de obra de mantenimiento. E15= Costo de mantenimiento correctivo/Costo total de mantenimiento. E16= Costo de mantenimiento preventivo/Costo total de mantenimiento	5	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	No se calculan ningún tipo de indicadores de mantenimiento	No cumple con las exigencias mínimas.	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			



**D. REQUERIMIENTO No 4: Planificación, programación y control del mantenimiento.****D1. Plan de mantenimiento**

Tabla I-11: Criterios de evaluación y resultados para plan de mantenimiento.

Nota 1.11: Criterios de evaluación y resultados para plan de mantenimiento.			
Criterio de evaluación:	Plan de mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	Estructura jerárquica del desglose del edificio.	1	
	Definición de las tareas de mantenimiento.		
	Definición de frecuencias de ejecución.		
Prácticas Mejores	Recursos para el mantenimiento (mano de obra, materiales, etc.)	3	
Prácticas Superiores	Análisis de criticidad de los componentes edificio.	5	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	Se dispone un documento digital en el que constan las actividades básicas de mantenimiento. 	Cumple las prácticas estándar	Cumple
Nota: Puntuación = 1 punto			

**D2. Programación, priorización y control del mantenimiento**

Tabla I-12: Criterios de evaluación y resultados para programación y priorización de actividades de mantenimiento

Criterio de evaluación:	Programación y priorización de actividades de mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	Listado de equipos críticos y sus respectivas actividades. Listado de tareas de mantenimiento según su orden de importancia (programación diaria o semanal de actividades)	1	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	Se dispone un documento digital en el que constan las actividades de mantenimiento, clasificadas según el orden de importancia.	Cumple las prácticas estándar	Cumple
Nota: Puntuación = 1 punto			

**D3. Documentos de mantenimiento**

Tabla I-13: Criterios de evaluación y resultados para documentos de mantenimiento

Tabla 1-15: Criterios de evaluación y resultados para documentos de mantenimiento			
Criterio de evaluación:	Documentos de mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	• Registros de mantenimiento	1	
Prácticas Mejores	• Manual de mantenimiento	3	
Prácticas Superiores	• Procedimientos de mantenimiento	5	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	No se registran los trabajos ejecutados de mantenimiento, ni ninguna información derivada de los trabajos de mantenimiento, realizados en el edificio.	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			

**D4. Control de la gestión de mantenimiento**

Tabla I-14: Criterios de evaluación y resultados para control de la gestión de mantenimiento.

Tabla 1-14. Criterios de evaluación y Resultados para control de la gestión de mantenimiento.			
Criterio de evaluación:	Control de la gestión de mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	Cumplimiento del plan = tareas ejecutadas /tareas programadas	1	
Prácticas Mejores	Indicador de satisfacción del usuario = Número de solicitudes a satisfacción del usuario /Número de solicitudes atendidas	3	
Prácticas Superiores	Tasa de fallos por sistema.	5	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	No se realiza el cálculo de ningún indicador de mantenimiento.	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			

**E. REQUERIMIENTO No 5: Tercerización del mantenimiento****E1. Política de contratación**

Tabla I-15: Criterios de evaluación y resultados para política de contratación.

Tabla 1-15. Criterios de evaluación y resultados para política de contratación.			
<b>Criterio de evaluación:</b>	<i>Política de contratación</i>		
<b>Niveles de referencia</b>	<b>Exigencias de criterio</b>	<b>Puntuación</b>	
<b>Prácticas Estándar</b>	Lineamientos para la selección y contratación del mejor oferente.	1	
<b>Comentarios:</b> Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
<b>EVALUACIONES DEL CRITERIO</b>			
<b>Caso de estudio</b>	<b>Resultados de la evaluación</b>	<b>Nivel de cumplimiento</b>	<b>Calificación</b>
<b>No. 1</b>	No se disponen de ninguna documentación que establezca lineamientos para la selección de contratistas de mantenimiento.	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
<b>Nota:</b> Puntuación = 0 puntos			

**E2. Especificaciones técnicas**

Tabla I-16: Criterios de evaluación y resultados para especificaciones técnicas.

Tabla 1-10. Criterios de evaluación y resultados para especificaciones técnicas.			
Criterio de evaluación:	Especificaciones técnicas		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	Especificaciones técnicas		1
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	Los contratos de los servicios de mantenimiento no establecen de especificaciones técnicas.	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			

**E3. Penalizaciones**

Tabla I-17: Criterios de evaluación y resultados para penalizaciones.

Tabla 1-17: Criterios de Evaluación y Resultados para penalizaciones.			
Criterio de evaluación:	Penalizaciones		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio		Puntuación
Prácticas Estándar	Estipulaciones legales (penalizaciones)		1
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	Los contratos de los servicios de mantenimiento no establecen penalizaciones para el contratista.	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			


**REQUERIMIENTO No 6: Riesgos laborales en el mantenimiento****F1. Plan de seguridad**

Tabla I-18: Criterios de evaluación y resultados para plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en el mantenimiento

Criterio 1.16: Criterios de evaluación y resultados para plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en el mantenimiento			
Criterio de evaluación:	Plan de seguridad para prevenir riesgos laborales en el mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	Contenido del plan de seguridad: política, objetivos, actuaciones.	1	
Prácticas Mejores	Contenido del plan de seguridad: funciones y responsabilidades	3	
Prácticas Superiores	Contenido del plan de seguridad: vigilancia de la salud de los trabajadores	5	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	No se disponen de un plan de seguridad.	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			


**F2. Uso de equipos de protección personal**

Tabla I-19: Criterios de evaluación y resultados para uso de equipos de protección personal (EPP)

Criterio de evaluación:		Uso de equipos de protección personal (EPP)	
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	- Equipo que usa el personal de mantenimiento: casco, chaleco refractivo, botas de caucho, guantes.	1	
Prácticas Mejores	- Equipo que usa el personal de mantenimiento: protector acústico, protector facial u otros que superen a la práctica estándar.	3	
Prácticas Superiores	- Equipo que usa el personal de mantenimiento: Arnés o cinturón de seguridad según la peligrosidad de la actividad - Otros dispositivos de seguridad que pueden ser necesarios.	5	
Comentarios: Se asignará la puntuación respectiva de cada nivel, al cumplimiento de al menos una exigencia.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	Los empleados usan botas y guantes en las tareas de limpieza del edificio. 	Cumple con el nivel estándar	Cumple
Nota: Puntuación = 1 puntos			

**F. REQUERIMIENTO No 7: Diseño del edificio****G1. Diseño enfocado en el mantenimiento del edificio**

Tabla I-20: Criterios de evaluación y resultados para diseño enfocado en el mantenimiento.

Criterio de evaluación:	Diseño enfocado en el mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	Aplicación de las medidas de 1-2	1	
Prácticas Mejores	Aplicación de las medidas de 3-5	3	
Prácticas Superiores	Aplicación de las medidas superiores a 6	5	
<b>Comentarios:</b> Verificación en sitio de las condiciones del edificio:			
<p>[1] Para la verificación elegir al menos uno de los siguientes espacios: 1. Baños, 2. Salas de Ascensor, 3. Escaleras mecánicas, 4. Descanso 5. Espacio de manejo de residuos. Verificar si se ha evitado que las paredes sean propensas a la suciedad, generalmente terminadas en materiales que son porosos y absorbentes de agua o solubles en agua.</p> <p>[2] Para la verificación elegir al menos una de 1. Baños, 2. Salas de Ascensor, 3. Escaleras mecánicas, 4. Descanso 5. Espacio de manejo de residuos. Verificar si se ha evitado que los suelos sean propensos a la suciedad (generalmente terminados en materiales que son porosos y absorben el agua), principalmente alfombras, hormigón y piedra natural.</p> <p>[3] Los pisos deben ser lavables y evitar la formación de lagunas de agua.</p> <p>[4] Evaluar si el diseño evita la formación de salientes y entrantes en muros y pisos, siempre que sea posible, y si se evita el uso de acabado curvo entre las paredes y el suelo.</p> <p>[5] Evaluar la protección contra el viento en la sala de espera, en el que las puertas primaria y secundaria deben proporcionar un espacio de al menos 1 m en el que las puertas automáticas no deben detectar movimiento.</p> <p>[6] Evaluar la cercanía de los tipos de pisos que tienen diferentes formas de mantenimiento, por ejemplo alfombras y cerámica.</p> <p>[7] El diseño debe incluir la prevención de los efectos de la lluvia ácida y otras medidas adecuadas a las características de la zona de la construcción (por ejemplo, la proximidad al mar, región de clima frío).</p> <p>[8] Evaluar si las paredes exteriores están diseñadas para mantener las condiciones de limpieza de la superficie mediante la prevención de la acumulación de agua y los efectos húmedo seco del agua de lluvia.</p> <p>[9] Evaluar las medidas que se han aplicado para evitar daños por los excrementos de las aves de plagas (palomas, cuervos, estorninos, etc.).</p> <p>[10] Evaluar las medidas tomadas para evitar la corrosión, como usar acero inoxidable, o aplicar tratamientos anti-corrosión tales como chapado.</p> <p>[11] Evaluar el diseño que evita cambios de nivel en la medida de lo posible.</p> <p>[12] Otros: Los esfuerzos se han realizado en zonas distintas a las indicadas en los puntos anteriores, con la consideración de la gestión de mantenimiento.</p>			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	<p>Cumple en punto 1: Las paredes no tienen terminado poroso, están pintadas con pintura lavable.</p> 	Cumple con el nivel prácticas mejores.	Cumple prácticas mejores.



Cumple en punto 2: El material de los pisos de los pasillos, baños, área de manejo de residuos son recubiertos con cerámica.



Cumple punto 3: Los pisos son lavables (no alfombrados).



Cumple punto 4: Los acabados entre pared tiene salientes (no cumple)



Cumple punto 5: existe protección en la sala de espera, existe puerta primaria y secundaria





No cumple con el resto de exigencias.

**Nota:** Puntuación = 3 puntos

**G2. Diseño que asegure la función del mantenimiento**

Tabla I-21: Criterios de evaluación y resultados para diseño que asegure la función del mantenimiento.

Tabla 1-21: Criterios de evaluación y resultados para diseño que asegure la función del mantenimiento.			
Criterio de evaluación:	Diseño que asegure la función del mantenimiento		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	Aplicación de las medidas de 1-3	1	
Prácticas Mejores	Aplicación de las medidas de 4-6	3	
Prácticas Superiores	Aplicación de las medidas superiores a 7	5	
<b>Comentarios:</b> Se verificará en sitio el cumplimiento de las siguientes medidas:			
[1] El espacio adecuado que se ha utilizado para el descanso del personal de limpieza o almacenamiento de elementos personales, en relación con la superficie del suelo. Valorar si el área es de al menos el 0,15% de la superficie del suelo.			
[2] El espacio adecuado se ha utilizado para el almacenamiento de equipos de limpieza máquinas, en relación con la superficie del suelo. Valorar si el área es de al menos el 0,12% de la superficie del suelo.			
[3] Evaluar si existe un fregadero para el lavado de los equipos luego de su uso, y que el sistema de drenaje se conecte a la línea de alcantarillado			
[4] Verificar la existencia de un espacio previsto para el lavado y secado de trapeadores y trapos			
[5] Se ha proporcionado del espacio adecuado para clasificación de residuos, materiales para reciclaje, y artículos de basura voluminosos, con relación a la superficie, y una manera fácil de mover esos materiales fuera, ha sido planificadas. Valorar si el área es de al menos el 0,29% de la superficie del suelo.			
[6] Verificar la existencia de áreas de sumideros de limpieza instalados para cada baño, o para cada piso.			
[7] Valorar que los equipos de limpieza se instalen al menos uno en cada 30 m de radio en los pasillos en las zonas comunes.			
[8] Valorar el no empleo de un diseño que hacen difícil el trabajo, como acristalamientos exteriores y paredes con curvas o contratiempos extremas desde el parapeto, y el diseño para un trabajo seguro mediante la instalación de un sistema de góndola en la azotea de los edificios de 10 pisos o más.			
[9] Valorar los niveles de iluminación de al menos 75 lux es deseable.			
[10] Valorar que las válvulas y otros dispositivos de ajuste estén colocados donde son fáciles de operar.			
[11] Valorar le espacio adecuado proporcionado para tareas como: sustitución de filtros y el ajuste de los humidificadores en equipos instalados en falsos techos.			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	Cumple el punto 1: Se dispone de un área para almacenamiento de elementos personales. 	Cumple nivel de mejores prácticas	Cumple
	Cumple en punto 2: Se dispone de un espacio para almacenamiento de equipos de limpieza. A= 0,97% del área de suelo (29 m <sup>2</sup> ) 		
	No cumple en punto 3: No existe área de lavado de equipos de limpieza.		





Cumple con el punto 4: Existe lavabo para trapeadores.



Cumple con el punto 5: Existe un área para clasificación de desechos sólidos, su área es de  $A=0,3\%$



Cumple con el punto 10: Las válvulas están en lugares accesibles y con espacio para maniobrar.



Cumple con el punto 12: El equipo que no está en áreas privadas es de fácil acceso desde áreas comunes.



**Nota:** Puntuación = 3 puntos

**G3. Costo del ciclo de vida del edificio.**

Tabla I-22: Criterios de evaluación y resultados para análisis del costo del ciclo de vida del edificio por parte del diseñador.

Tabla 1-22: Criterios de evaluación y resultados para análisis del costo del ciclo de vida del edificio por parte del diseñador.			
Criterio de evaluación:	Análisis del costo del ciclo de vida del edificio por parte del diseñador.		
Niveles de referencia	Exigencias de criterio	Puntuación	
Prácticas Estándar	Cumplir con la etapa de diagnóstico	1	
Prácticas Mejores	Cumplir con la etapa de recolección de datos	3	
Prácticas Superiores	Cumplir con la etapa de análisis y modelamiento	5	
	Cumplir con la etapa de reporte y toma de decisiones		
Comentarios:			
EVALUACIONES DEL CRITERIO			
Caso de estudio	Resultados de la evaluación	Nivel de cumplimiento	Calificación
No. 1	No se ha realizado el análisis de costo de ciclo de vida del edificio.	No cumple con las exigencias mínimas	No cumple
Nota: Puntuación = 0 puntos			